

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

Тулегенова Еркежан Ерболовна

«Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін жерді
қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., қауымдастырылған профессор
Г.Мейрамбек
«03» 06 2025ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін
жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру»

6B07304 - Геокеңістік цифрлық инженерия

Орындаған:

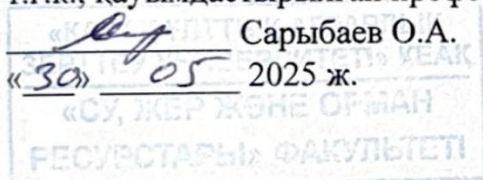
Тулегенова Еркежан Ерболовна

Пікір беруші:

ҚазҰАЗУ «Жер ресурстары және
кадастр»

т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Сарыбаев О.А.
«30» 05 2025 ж.



Жетекшісі:

ҚазҰТЗУ, МІЖГ кафедрасының
т.ғ.м., аға оқытушы

Абдығалиева С.С.
«28» 05 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

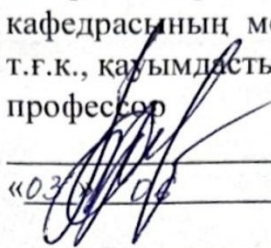
«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі,
т.ғ.к., қауымдастырылған
профессор


Г. Мейрамбек
«03» 05 2025ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Студент Түлегенова Еркежан Ерболовна

Диплом жұмысының (жобасының) тақырыбы: «Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру»

Академиялық істер жөніндегі проректор №26-П/Ө «29» қаңтар 2025 ж. бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «01» маусым 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: ЖОО қабырғасынан алған теориялық материалдар мен тәжірибеден өту барысында жинақталған мәліметтер.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық жерлерінің қазіргі жағдайын талдау.
- б) Қашықтықтан зондтау әдістерінің теориялық негіздері және артықшылықтары
- в) Геоақпараттық жүйелерді қолдану арқылы өнімділікті бағалау әдістері
- г) Аршалы ауданы мысалында NDVI, SAVI, NDRE, NDMI индекстермен вегетациялық талдау

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

1. Ақмола облысы және Аршалы ауданының карталары
 2. Индекстер динамикасы бойынша диаграммалар
 3. ГАЖ көмегімен алынған вегетациялық карталар
- жұмыс презентациясы слайдтарда 20 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

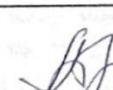
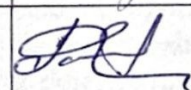
1. Өлімхан Б., Еркін А. Қазақстандағы ауыл шаруашылығы жерлерін цифрлық бақылау жүйесі. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. – 112 б.
2. Көшеров А.Д. Қазақстандағы жерді қашықтықтан зондтау әдістері. – Астана, 2019. – 101 б.
3. Бейсенов М.К. Жер ресурстарын тиімді пайдалану: теориясы мен практикасы. – Астана: Елорда, 2018. – 140 б.

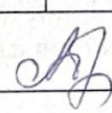
**Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ**

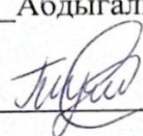
Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдаланудың теориялық негіздері	30.01.2025 – 10.02.2025	Ескерту жоқ
Қашықтықтан зондтау әдістерінің ауыл шаруашылығында қолданылуы	17.02.2025 – 11.03.2025	Ескерту жоқ
Ақмола облысы, Аршалы ауданы мысалында тәжірибелік зерттеу және ГАЖ картографиялау	14.03.2025 – 28.03.2025	Ескерту жоқ
Қорытынды, ұсыныстар және графикалық материалдар дайындау	31.03.2025 – 9.04.2025	Ескерту жоқ

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған

Қолдары

Бөлімнің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдаланудың теориялық негіздері	Абдығалиева С.С. т.ғ.м., аға оқытушы	28.05.2025	
Қашықтықтан зондтау әдістерінің ауыл шаруашылығында қолданылуы	Абдығалиева С.С. т.ғ.м., аға оқытушы	28.05.2025	
Ақмола облысы, Аршалы ауданы мысалында тәжірибелік зерттеу және ГАЖ картографиялау	Абдығалиева С.С. т.ғ.м., аға оқытушы	28.05.2025	
Қорытынды, ұсыныстар және графикалық материалдар дайындау	Абдығалиева С.С. т.ғ.м., аға оқытушы	28.05.2025	
Норма бақылаушы	Тоқтар Мұрат қауым.профессор, phD докторы	02.06.2025	

Ғылыми жетекші  Абдығалиева С.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  Тулегенова Е.Е.

Күні «03» ақпан 2025 ж.

АНДАТПА

Ұсынылып отырған бұл дипломдық жұмыс Қазақстан Республикасының маңызды өңірлерінің бірі – Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық жерлерін пайдаланудың тиімділігін талдауға арналған. Жұмыста жер сапасын бағалау, өнімділігі мен ерекшеліктерін зерттеу, сондай-ақ жерді қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану мәселелері қарастырылады. Зерттеу барысында ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлердің жай-күйін мониторингтеу, олардың сапасына әсер ететін факторлар, аэроғарыштық түсірістердің жер пайдалану саласындағы рөлі қамтылған. Сонымен қатар, қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану, аэросуреттерді өңдеу және ГАЖ (Геоақпараттық жүйелер) технологияларын қолдану арқылы ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдаланудың әдістері ұсынылады. Жұмыстың арнайы бөлімі Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын анықтауға бағытталған. ГАЖ қосымшаларын қолдана отырып, қашықтықтан мониторинг жүргізу және жерді тиімді пайдалануды бағалау әдістері көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

Представленная дипломная работа посвящена анализу эффективности использования сельскохозяйственных земель Акмолинской области, одной из ключевых территорий Республики Казахстан. В работе рассматриваются вопросы оценки качества почв, продуктивности и особенностей землепользования, а также применения методов дистанционного зондирования. Исследование охватывает мониторинг состояния сельскохозяйственных земель, факторы, влияющие на их качество, а также использование аэрокосмических снимков в сфере рационального землепользования. Включено применение данных дистанционного зондирования, обработка аэроснимков и использование технологий ГИС для повышения эффективности сельскохозяйственных земель. Особая часть работы направлена на определение состояния и качества земель сельскохозяйственного назначения в Акмолинской области. Показаны методы дистанционного мониторинга и оценки землепользования с использованием ГИС-приложений.

ANNOTATION

This diploma thesis is devoted to the analysis of the efficiency of agricultural land use in Akmola region, one of the key territories of the Republic of Kazakhstan. The study examines issues related to land quality assessment, productivity, and land use features, as well as the application of remote sensing methods. The research includes monitoring the state of agricultural lands, factors affecting their quality, and the role of aerial imagery in sustainable land management. It covers the use of remote sensing data, aerial image processing, and GIS technologies to enhance the efficiency of agricultural land use. The special part of the study is aimed at determining the condition and quality of agricultural lands in Akmola region. Methods for remote monitoring and land use assessment using GIS applications are demonstrated.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалануды бақылау жұмыстарын жүргізудің теориялық негіздері	9
1.1 Ауыл шаруашылық жерлерінің пайдалануын бақылау ерекшеліктері	9
1.2 Ақмола облысы бойынша жалпы мәлімет	10
1.3 Топырақтың радиоактивті және техногендік ластануы: проблемалар мен салдарлар	14
1.4 Ауыл шаруашылық жерлердің өнімділігін арттыру жолдары	16
2 Жерді қашықтықтан зондтау әдістерін ауыл шаруашылығында қолдану	23
2.1 Қашықтықтан зондтау технологиялары және олардың артықшылықтары	23
2.2 Аэроғарыштық түсірістердің ауыл шаруашылық жерлерді зерттеудегі рөлі	24
2.3 Қашықтықтан зондтау деректерін ауыл шаруашылық жерлерінің жағдайын бағалауда пайдалану	26
3 Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын бағалау	30
3.1 Зерттеу аймағының сипаттамасы және жер сапасының негізгі көрсеткіштері	30
3.2 Жерді тиімді пайдаланудың ГАЖ технологиялары арқылы талдануы	33
3.3 2014–2024 жылдар аралығындағы Аршалы ауданының ауыл шаруашылығы жерлеріне қатысты NDVI, SAVI, NDRE, NDMI индекстері негізінде вегетациялық жағдайды бағалау жұмыстардың қорытынды нәтижесі	35
Қорытынды	44
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	45
Қосымшалар А	46
Қосымшалар Б	47

КІРІСПЕ

Дипломдық жұмыстың жалпы сипаттамасы: Қазақстан Республикасының жер ресурстарының маңызды бөлігін ауыл шаруашылық жерлері құрайды. Ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалану – олардың өнімділігін арттыру, табиғи ресурстарды ұтымды қолдану және экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін аса маңызды. Қазіргі таңда ауыл шаруашылық жерлерінің жай-күйін бағалау мен мониторинг жүргізудің тиімді әдістерінің бірі – жерді қашықтықтан зондтау технологиялары. Бұл әдіс арқылы топырақтың құнарлылығын, өсімдік жамылғысының өзгерісін, ылғалдылық деңгейін, эрозияға ұшыраған және бүлінген жерлерді анықтауға мүмкіндік береді. Дипломдық жұмыста Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалану мәселелері қарастырылып, қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану арқылы олардың сапасын талдау жүргізілді. Жердің өнімділігіне әсер ететін негізгі факторлар зерттеліп, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) арқылы мәліметтерді өңдеу әдістері қолданылды.

Дипломдық жұмыстың өзектілігі: Ақмола облысы – Қазақстанның ауыл шаруашылығына арналған негізгі аймақтарының бірі болғандықтан, бұл өңірдегі жер сапасын арттыру және оларды тиімді басқару мәселесі ерекше өзекті болып табылады. Бүгінде ауыл шаруашылық жерлерін пайдалану барысында су және жел эрозиясы, топырақтың тұздануы, шөлейттену, су көздерінің тапшылығы сияқты мәселелер кездеседі. Осындай факторлар өнімділікті төмендетіп, жер ресурстарының тозуына алып келеді. Қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану – бұл процестерді уақытылы бақылап, дер кезінде шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты мен міндеттері:

Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерін қашықтықтан зондтау деректері арқылы тиімді пайдалану мүмкіндіктерін анықтау және оны жақсарту жолдарын ұсыну.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық жерлерінің қазіргі жағдайын талдау;
- Қашықтықтан зондтау технологияларын пайдалану арқылы ауыл шаруашылық жерлерінің мониторингін жүргізу;
- Жердің өнімділігіне әсер ететін факторларды анықтау және оларды басқару әдістерін ұсыну;
- Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) көмегімен зерттеу аймағының кескіндерін талдау;
- Аэроғарыштық түсірістер арқылы алынған мәліметтерді өңдеп, алынған нәтижелерді сараптау.

Дипломдық жұмыстың теориялық және практикалық маңызы: Теориялық маңызы – зерттеу жұмысы ауыл шаруашылық жерлерін қашықтықтан зондтау және мониторингтеу мәселелерін қарастыра отырып, жер ресурстарын басқару саласында ғылыми-теориялық білімді жетілдіруге

үлес қосады. Қашықтықтан зондтау әдістерінің тиімділігі туралы мәліметтер жерді пайдалану саласындағы зерттеулерге ғылыми негіз бола алады. Практикалық маңызы – зерттеу нәтижелері ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалану бойынша нақты ұсыныстар беруге көмектеседі. Сонымен қатар, ГАЖ технологиялары мен аэроғарыштық түсірістерді пайдалану әдістерін аграрлық секторда қолдануға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттырып, шығындарды азайтуға ықпал етеді.

Дипломдық жұмыстың зерттеу әдіс-тәсілдері:

Зерттеу барысында келесі әдістер қолданылды:

- Қашықтықтан зондтау әдістері – аэроғарыштық түсірістер арқылы алынған деректерді талдау;
- ГАЖ технологияларын пайдалану – жердің сандық карталарын әзірлеу және өңдеу;
- Жер мониторингі – жер сапасына әсер ететін факторларды талдау;
- Жер серіктік (спутниктік) мәліметтерін өңдеу – ArcGIS, Google Earth Engine бағдарламалары арқылы деректерді талдау.

Дипломдық жұмыстың зерттеу нысаны мен пәні:

Зерттеу нысаны – Ақмола облысының ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлері.

Зерттеу пәні – қашықтықтан зондтау және ГАЖ технологияларын қолдану арқылы Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерінің тиімді пайдаланылуын бағалау әдістері.

Дипломдық жұмыстың құрылымы:

Дипломдық жұмыс кіріспеден, үш тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

- Бірінші тарауда Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерінің ерекшеліктері, олардың қазіргі жай-күйі және тиімді пайдаланудың маңыздылығы қарастырылады.
- Екінші тарауда қашықтықтан зондтау технологияларын пайдалану арқылы ауыл шаруашылық жерлерін мониторингтеу әдістері зерттеледі.
- Үшінші тарауда ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын бағалау, топырақтың эрозияға ұшырауын анықтау және ГАЖ технологиялары арқылы алынған нәтижелерді талдау қарастырылады.
- Қорытынды бөлімде зерттеу нәтижелері жинақталып, ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалану бойынша ұсыныстар беріледі.

Жұмыстың негізгі мазмұны аэроғарыштық түсірістерді пайдалану арқылы ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын бағалау және оларды тиімді пайдалануды қамтамасыз ету мәселелеріне бағытталған.

1 Ауыл шаруашылық жерлерін тиімді пайдалануды бақылау жұмыстарын жүргізудің теориялық негіздері

1.1 Ауыл шаруашылық жерлерінің пайдалануын бақылау ерекшеліктері

Ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалануды бақылау келесі негізгі бағыттарды қамтиды:

- Жерді нысаналы мақсатына сәйкес пайдалану: Жер иелері мен пайдаланушылар жер учаскелерін олардың белгіленген мақсаттарына сай пайдалануы тиіс. Мысалы, егістік жерлерде ауыл шаруашылығы дақылдарын егу, шабындықтарда шөп шабу, жайылымдарда мал жаю жұмыстары жүргізілуі қажет.

- Топырақ құнарлылығын сақтау: Топырақтың құнарлылығын сақтау және арттыру мақсатында агротехникалық шаралар, тыңайтқыштарды тиімді пайдалану, эрозияға қарсы жұмыстар жүргізілуі тиіс.

- Жайылымдарды ұтымды пайдалану: Жайылымдардың өнімділігін сақтау үшін жайылым айналымын ұйымдастыру, мал басын ғылыми негізделген жүктеме нормаларына сәйкес орналастыру қажет.

- Жер мониторингі және бақылау: Жердің пайдаланылуын бақылау үшін қашықтықтан зондтау, жерүсті түсірілімдері, зерттеп-қарау және түгендеу нәтижелері пайдаланылады. Бұл шаралар жердің нақты пайдаланылу жағдайын анықтауға мүмкіндік береді.

- Әкімшілік шаралар: Жерді ұтымсыз пайдаланған немесе пайдаланбаған жағдайда, жер иелері мен пайдаланушыларға қатысты әкімшілік шаралар, оның ішінде айыппұл салу немесе жер учаскесін алып қою шаралары қолданылуы мүмкін.

Осылайша, ауыл шаруашылығы жерлерін тиімді пайдалануды бақылау жүйесі жер ресурстарының сақталуын, ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған кешенді шараларды қамтиды.

Ауыл шаруашылығы жерлерін тиімді пайдалануды бақылау мемлекеттік органдардың басты назарында. Қазақстан Республикасының Жер кодексіне сәйкес, жер иелері мен пайдаланушылар жерді оның нысаналы мақсатына сәйкес пайдалануға міндетті. Жерді пайдалануды бақылау барысында анықталатын жағдайлар:

- Егістік жерлерде: ауыл шаруашылығы дақылдарын егу үшін жер учаскесін өңдеу жұмыстарының жүргізілмеуі.

- Жайылымдарда: жайылымға арналған ауыл шаруашылығы жануарларының болмауы немесе олардың саны белгіленген нормадан аз болуы, сондай-ақ жем дайындау мақсатында шөп шабудың болмауы.

Жерді пайдалануда анықталған заң бұзылушығына байланысты қолданылатын шаралар:

1. Әкімшілік айыппұлдар: ҚР Әкімшілік құқық бұзушылық туралы кодексіне сәйкес, 10-нан 200 айлық есептік көрсеткішке дейін айыппұл салынады.

2. Жер салығының ұлғаюы: пайдаланылмайтын жерлерге 20 есеге ұлғайтылған жер салығының базалық мөлшерлемесі есептеледі.

3. Жер учаскесіне ауыртпалық салу: Жер кодексіне сәйкес, пайдаланылмайтын жер учаскелеріне ауыртпалық салынады.

4. Мәжбүрлеп алып қою: тексеру нәтижесінде анықталған бұзушылықтар жойылмаған жағдайда, жер учаскесі мәжбүрлеп алып қойылады.

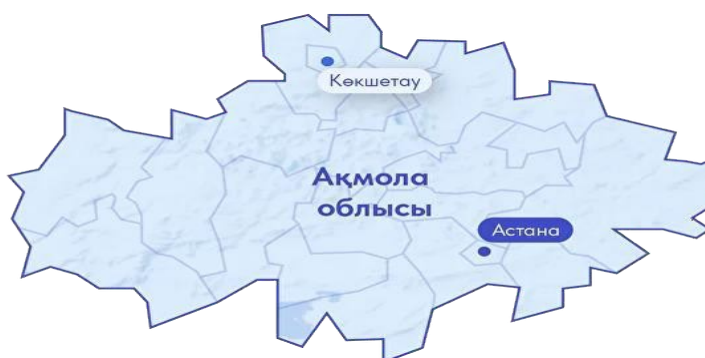
5. Тізілімге енгізу: жер пайдаланушы жер учаскелері мәжбүрлеп алып қойылған адамдардың тізіліміне енгізіледі, бұл келесі 3 жылда Қазақстан аумағында кез келген жер учаскелерін алуға тыйым салуға әкеледі.

Барлық ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілерге жер учаскелерін нысаналы мақсатына сәйкес тиімді пайдалану ұсынылады. Бұл жер ресурстарын сақтау мен олардың құнарлылығын арттыруға ықпал етеді.

1.2 Ақмола облысы бойынша жалпы мәлімет

Ақмола облысы Қазақстанның солтүстігінде орналасқан, 1939 жылы құрылған. Жалпы аумағы – 146,2 мың км². Географиялық тұрғыда аймақ солтүстіктен оңтүстікке қарай шамамен 350 км, батыстан шығысқа қарай 500 км-ден аса аумақты қамтиды [1].

Облыс 17 ауданнан тұрады. Облыстық маңызы бар 3 қала: Көкшетау (облыс орталығы), Қосшы және Степногорск. Сонымен қатар, аумақта 8 қала, 15 кент және 245 ауылдық округ бар. Облыс орталығында, бірақ әкімшілік жағынан оған кірмейтін – Астана қаласы орналасқан (1.1-сурет). Бұдан бөлек, облыс аумағында 8 қала, 15 кент және 245 ауылдық округ бар [2].



Сурет 1 – Ақмола облысы

Ірі өзендер: Есіл, Жабай, Сілеті, Нұра, Шағалалы, Қылшықты, Терісаққан.

Табиғи көлдер: Бурабай, Шортанды, Қопа, Зеренді – бұл өңірдің көрікті демалыс орындарына жатады.

Ақмола облысының климаты шұғыл континенталды, құрғақ, қысы суық әрі ұзақ және жазы ыстық және қысқа болып келеді. Қоңыржай белдеудің Батыс-Сібір климаттық аймағына жатады. Көктем мен күз қатты білінбейді. Жауын-шашынның жылдық мөлшері солтүстіктен оңтүстікке дейін азаяды, олардың ең көп мөлшері маусым айына, ең азы ақпан айына түседі. Жылдық жауын-шашын мөлшері шамамен 300 – 400 мм-ді құрайды Қар жамылғысы орташа 150 күн сақталады. Ақмола облысында жел өте күшті. Облыс аумағында бүкіл Қазақстан үшін ауа температурасының ең төмен мәндері байқалды (Атбасар – 57°C, Астана – 52°C) [3].

Облыс пайдалы қазбаларға бай және минералдық шикізат бойынша елде жетекші орын алады.

Ақмола облысы табиғи-географиялық жағынан орманды-дала және дала аймақтарында орналасқан. Бұл жерлер ауыл шаруашылығына, әсіресе егіншілік пен мал шаруашылығына қолайлы [4].

Экономикалық тұрғыдан Ақмола облысы – Қазақстанның аграрлық-индустриялық аймақтарының бірі. Мұнда астық шаруашылығы жақсы дамыған, әсіресе бидай өндірісі бойынша облыс республика бойынша алдыңғы қатарда. Сонымен қатар, өңірде машина жасау, құрылыс материалдары өндірісі, тау-кен өнеркәсібі (алтын өндіру) сияқты салалар жұмыс істейді. Степногорск қаласы – алтын өндіру және өңдеу саласында маңызды рөл атқарады [5].

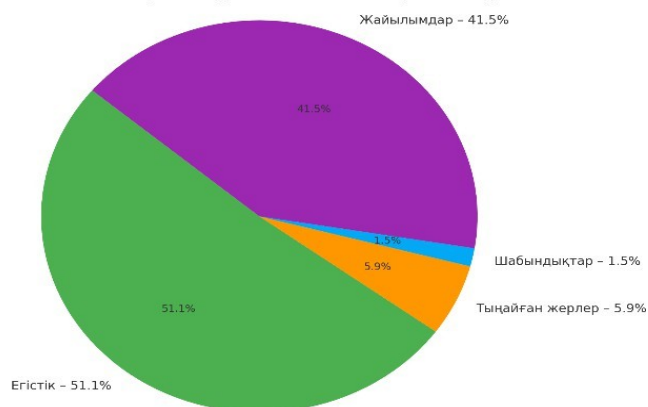
Туризм де облыс үшін маңызды сала болып табылады. Бурабай және Зеренді курорттық аймақтары Қазақстан ішінде ғана емес, шетелден де туристерді тартатын ірі демалыс орындарына айналған. Бұл аймақтарда экотуризм, сауықтыру, мәдени-танымдық турлар дамып келеді [6].

Демографиялық жағынан алғанда, Ақмола облысында 2023 жылғы мәлімет бойынша шамамен 740 мыңнан астам халық тұрады. Халықтың басым бөлігі ауылдық елді мекендерде өмір сүреді. Облыста әртүрлі этнос өкілдері тұрады: қазақтар, орыстар, украиндар, белорустар, татарлар және басқа да ұлттар [7].

Жерлерді алып қоюды шектеуге, құнарлылығын сақтауға және арттыруға бағытталған. ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің Жер ресурстарын басқару комитетінің деректеріне сәйкес, Ақмола облысының 2014-2024 жылғы (1-кесте).

Мәселен, Ақмола облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің құрылымында ауыл шаруашылығы алқаптары барлық дерлік аумақты алып жатыр – 90,1% (2-кесте).

Ақмола облысының ауыл шаруашылығы алқаптарының құрылымы



Сурет 2 – Ақмола облысының ауыл шаруашылығы алқаптарының құрылымы

Ауыл шаруашылығы жерлерінің айтарлықтай жоғары үлесі облыс аумағының негізінен салыстырмалы түрде қолайлы табиғи-климаттық жағдайларда орналасуымен түсіндіріледі.

Кесте 1 – 2014 – 2024 жылдары санаттар бойынша Ақмола облысының жерлерін бөлу, мың га

№	Жер санаты	2014	2015	2016	2017	2018
1	Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	10735.0	10760.0	10785.0	10810.0	10830.0
2	Елді мекен жерлері	1310.0	1320.0	1330.0	1340.0	1350.0
3	Өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс және өзге де ауыл шаруашылығы мақсатына арналмаған жерлер	100.5	102.0	103.5	105.0	106.0
4	Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері	519.0	519.0	519.0	519.0	519.0
5	Орман қоры жерлері	512.0	513.0	513.5	514.0	514.5
6	Су қоры жерлері	200.0	200.2	200.4	200.6	200.7
7	Босалқы жерлер	1100.0	1090.0	1080.0	1070.0	1060.0
	Барлығы	14476.5	14504.2	14531.4	14558.6	14580.2
	Астана қаласының жер учаскелерінің меншік иелері мен жер пайдаланушылары пайдаланатын жерлер	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Облыс бойынша барлығы	14477.7	14505.4	14532.6	14559.8	14581.4

1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
№	Жер санаты	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	10840.0	10848.0	10914.0	10908.2	10910.0	10915.0
2	Елді мекен жерлері	1355.0	1359.2	1371.5	1368.6	1370.0	1372.0
3	Өнеркәсіп, көлік, байланыс, қорғаныс және өзге де ауыл шаруашылығы мақсатына арналмаған жерлер	107.0	108.8	109.0	107.0	107.5	108.0
4	Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлері	519.0	519.0	519.0	519.0	519.0	519.0
5	Орман қоры жерлері	514.7	514.8	514.8	514.1	514.2	514.2
6	Су қоры жерлері	200.7	200.8	200.8	200.8	200.8	200.9
7	Босалқы жерлер	1055.0	1061.4	982.9	994.3	990.0	980.0
	Барлығы	14591.4	14612.0	14612.0	13098.1	14611.5	14609.1
	Астана қаласының жер учаскелерінің меншік иелері мен жер пайдаланушылар ы пайдаланатын жерлер	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Облыс бойынша барлығы	14477.7	14505.4	14532.6	14559.8	14581.4	14592.6

Кесте 2 – Ақмола облысының ауыл шаруашылығы алқаптарының құрылымы, %

Жер санаты	оның ішінде			
Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	Жайылым	Шабындық	Тыңайған жерлер	Егістік
	41,5 %	1.5 %	5.9 %	51.5 %

Жер ресурстары – ауыл шаруашылығы мен экономиканың дамуына негіз болатын маңызды табиғи байлық. Қазақстан үшін жерді ұтымды пайдалану – стратегиялық міндет. Жерді тиімді игеру экономикалық пайдамен

қатар, экологиялық тепе-теңдікті сақтау мен табиғи ресурстарды болашақ ұрпаққа жеткізуге ықпал етеді.

Тиімсіз пайдаланылған немесе игерілмей жатқан жерлер топырақтың тозуына, эрозияға, тұздануға және шөлейттенуге себеп болады. Бұл процестер ауыл шаруашылығына ғана емес, өңірлік экожүйеге де кері әсер етеді.

Сондықтан жерге ұқыпты қарау, оны тиімді пайдалану – азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің және табиғи ресурстарды сақтаудың негізгі факторы. Осыған байланысты жер ресурстарының жай-күйін тұрақты бақылау мен бағалау аса маңызды.

Жер мониторингі – бұл жер ресурстарының сапалық және сандық өзгерістерін жүйелі түрде бақылауға мүмкіндік беретін ғылыми негізделген шаралар кешені. Оның басты мақсаты – жердің деградация деңгейін, эрозиялық процестердің қарқынын және өнімділік көрсеткіштерін анықтау арқылы тиімді басқару шешімдерін қабылдау.

Заманауи мониторинг әдістеріне ғарыштық қашықтықтан зондтау, геоақпараттық жүйелер (ГАЖ), аэрофототүсірілім және топырақтық-агрохимиялық зерттеулер жатады. Бұл әдістер жер ресурстарының жағдайын кешенді түрде бағалауға және уақытылы шара қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жердің пайдаланылу тиімділігі мен рентабельділігі де анықталады.

Тиімді мониторингтің нәтижесінде:

- ауыл шаруашылығының өнімділігі артады;
- жер тозуының алдын алу қамтамасыз етіледі;
- мемлекеттік жер кадастрының толықтырылуына;
- жер салықтарының әділ есептелуіне;
- жер қатынастарын реттеуге және реформаларды жүргізуге нақты негіз қаланады.

Жер мониторингі тек ауыл шаруашылығы үшін ғана емес, жалпы елдің экологиялық тұрақтылығы мен экономикалық қауіпсіздігі үшін де аса маңызды. Сондықтан бұл бағытта мемлекеттік бақылауды күшейту, ғылыми әдістерді енгізу және жүйелі басқару қажет.

1.3 Топырақтың радиоактивті және техногендік ластануы: проблемалар мен салдарлар

Ақмола облысы табиғи-климаттық тұрғыдан ауыл шаруашылығына қолайлы аймақ болғанымен, экологиялық мәселелермен бетпе-бет келіп отыр. Атап айтқанда, тау-кен өнеркәсібінің әсерінен туындайтын радиоактивті және техногендік ластану топырақтың құрамына елеулі өзгерістер енгізуде. Атмосфера арқылы таралған зиянды заттар топырақ жамылғысының беткі қабаттарында жиналып, оның деградациясына әкеледі. Радиоактивті элементтер топырақтан ауаға, суға, өсімдіктерге, жануарлар

мен адамдарға таралу қаупін тудырады.

Бұл жағдай ауылшаруашылық өнімдерінің сапасын төмендетіп, астық өнімділігінің кемуіне, халық денсаулығына теріс әсер етуге және биологиялық әртүрліліктің жойылуына себеп болады.

Ақмола облысының топырақ түрлері әкімшілік аудандар бойынша әртүрлі таралған және келесі типтермен сипатталады:

- Кәдімгі қара топырақтар – негізінен Сандықтау, Бұланды, Зеренді, Бурабай аудандарында. Қарашірік қабаты 45 см, гумус – 6–8%.
- Оңтүстік қара топырақтар – Ақкөл, Аршалы, Атбасар, Есіл, т.б. аудандарда. Гумус 5–7%, фосфор аз, тұздану белгілері 70–90 см тереңдікте.
- Қара каштан топырақтары – Аршалы, Астрахан, Атбасар, Целиноград, т.б. аудандарда таралған. Гумус 3,5–4,5%, тұзсыз.
- Сортаң топырақтар – негізінен кешенді түрде таралған, тұздану сульфатты, ауыл шаруашылығына жарамдылығы төмен.
- Шалғынды қара және шалғынды-каштан топырақтар – өзен аңғарларында, гумус мөлшері 6–9%, жақсы су өткізгіштікке ие.
- Жайылмалы топырақтар – Есіл мен Нұра өзендерінің аңғарларында. Гумус 1–6%, су тасқыны режиміне байланысты.

Топырақ бонитеті – бұл табиғи қасиеттеріне, өнімділігіне және ауыл шаруашылығына жарамдылығына негізделген ұпайлармен көрсетілген топырақ сапасын бағалау. Қазақстанда, соның ішінде Ақмола облысында топырақ бонитетінің баллы көптеген факторларға, соның ішінде топырақ түріне, климаттық жағдайларға, қоректік заттардың құрамына және басқаларға байланысты өзгереді.

Топырақ бонитеті топырақтың табиғи құнарлылығын сипаттайды және келесідей бағаланады:

- Қара қоңыр топырақтар – 40–60 балл.
- Карбонатты топырақтар – 30–50 балл.
- Сортаң топырақтар – 20–40 балл.
- Шалғынды-каштан топырақтар – 60–70 балл (жоғары табиғи құнарлылық).

Алайда суарылмайтын жағдайда бұл топырақтарда ылғалдың жеткіліксіздігі өнімділікті шектей алады. Сонымен қатар, дұрыс агротехникалық шаралар қолданылмаса, уақыт өте тұздану мен тығыздалу процесі байқалуы мүмкін. Мұндай өзгерістер өнім сапасы мен көлеміне теріс әсер етеді.

ГАЗ технологиясы мен қашықтықтан зондтау әдістерін пайдалану бұл топырақтардың құнарлылық деңгейін картаға түсіріп, оларды тиімді пайдалану мен қорғау жөніндегі шешімдерді оңтайландыруға септігін тигізеді. Топырақ бонитетінің ұпайларын білу жер пайдаланушылар мен агрономдарға жерді ауыл шаруашылығы қажеттіліктері үшін пайдалануға, ауыспалы егістерді жоспарлауға және агротехникалық шараларды енгізуге қатысты негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Мысалга, Аршалы ауданын алатын болсак, Аршалы ауданы

географиялық орналасуына, климаттық жағдайына және рельефіне байланысты әр түрлі топырақ түрлерімен сипатталады. Аудан аумағында қара каштан топырақтары кең таралған: қалыпты, карбонатты, сортаң, дамымаған және толық дамымаған ұсақ шоқылардың қиыршық тасты топырақтары. Қара каштан қалыпты және карбонатты топырақтар көтерілген, тегістелген, нашар құрғатылған жазықтармен шектелген. Механикалық құрамы бойынша жеңіл сазды және сазды сорттар басым. Қарашірік құрамымен жақсы құрылымына байланысты қара каштан топырақтары құнарлы және әртүрлі дақылдарды өсіруге жарамды. Сортаңды қара каштан топырақтары ұсақ шоқылармен, су бөлетін беттердің учаскелерімен, өзендердің жоғарғы террасаларымен шектеседі. Нашар дамыған және толық дамымаған қиыршық тасты қара- каштан топырақтары тау жыныстарының жақын түбінде ұсақ шоқылардың шыңдары мен тік беткейлерінде қалыптасады. Рельефтің төмен бөліктерінде қара каштан топырақтары тұзды батпақты кешендер құрайды. Алқап кешендерінде шалғынды топырақтар мен шалғынды каштан топырақтары басым.

Ақмола облысындағы Аршалы ауданының топырақ жағдайы әркелкілігімен ерекшеленеді, бұл аймақта құнарлы да, сондай-ақ проблемалы учаскелердің қатар кездесуімен сипатталады. Құнарлы топырақтар қатарына шалғынды-қара және қара-қоңыр топырақтар жатса, проблемалы учаскелерге сортаңданған, эрозияға ұшыраған, су өткізгіштігі төмен, механикалық құрамы ауыр және тығыздалған топырақтар жатады. Мұндай учаскелерде ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі төмендеп, жер ресурстарының тиімді пайдаланылуы қиындайды.

ГАЗ (геоақпараттық жүйелер) технологиясы мен қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану арқылы Аршалы ауданының топырақ жамылғысын кешенді түрде зерттеп, мониторинг жүргізуге мүмкіндік туады. Бұл әдістер топырақтың агрофизикалық және агрохимиялық қасиеттеріндегі өзгерістерді анықтап қана қоймай, проблемалық аймақтарды дәл белгілеуге, олардың таралу ауқымын бағалауға және құнарлылығын арттыру бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар әзірлеуге жағдай жасайды. Сонымен қатар, бұл технологиялар жер ресурстарын тұрақты басқару, эрозиялық процестердің алдын алу және мелиоративтік шараларды жоспарлау ісінде де кеңінен қолданылады.

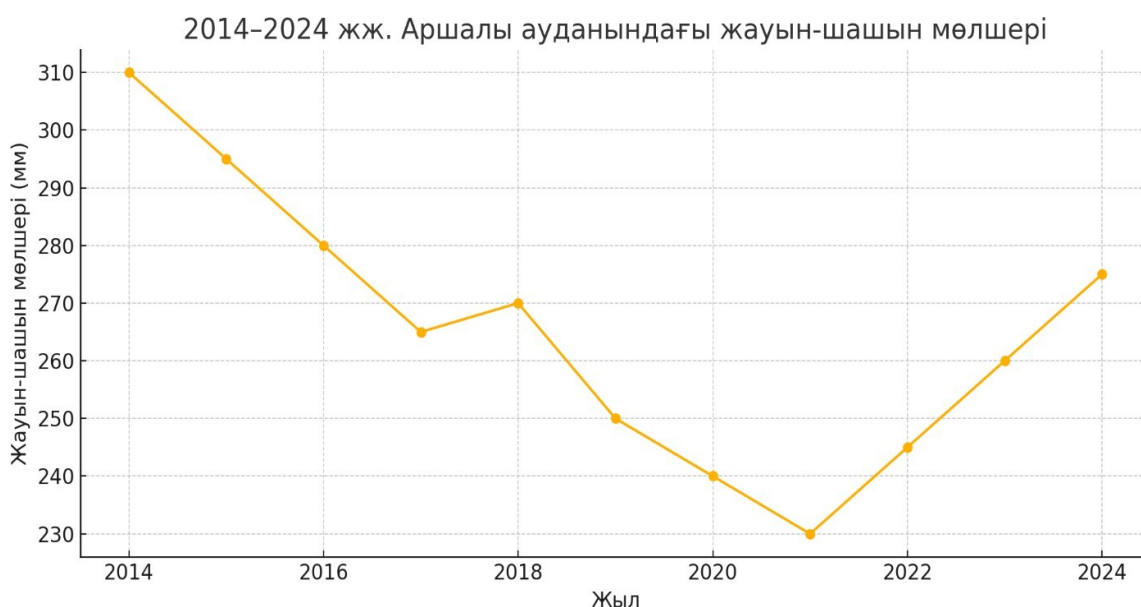
1.4 Ауыл шаруашылық жерлердің өнімділігін арттыру жолдары

Ауыл шаруашылығы – ел экономикасының маңызды салаларының бірі. Бұл саладағы табыстың басты кепілі – жер ресурстарының ұтымды әрі тиімді пайдаланылуы. Жер өнімділігін арттыру – ауыл шаруашылығының даму қарқынын жоғарылатудың, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің және шаруалардың кірісін көбейтудің негізгі тетігі. Сондықтан ауыл шаруашылық

мақсатындағы жерлердің өнімділігін арттыру – ғылыми тұрғыда негізделген, кешенді тәсілдерді қажет ететін маңызды міндет.

Ең алдымен, жердің агроэкологиялық жағдайын ескере отырып, ғылыми негізделген егіншілік жүйесін енгізу қажет. Бұл жүйе аймақтың табиғи-климаттық ерекшеліктеріне сәйкес дақыл түрлерін дұрыс таңдауды, севооборотты (егін ауыспалылығын) сақтауды және топырақ қорғау технологияларын пайдалануды қамтиды. Топырақ құнарлылығын сақтау және қалпына келтіру үшін органикалық және минералдық тыңайтқыштарды тиімді қолдану үлкен маңызға ие.

Суармалы егіншілікті дамыту – ауыл шаруашылығындағы өнімділікті арттырудың басты факторларының бірі. Қазақстанның көптеген өңірлерінде жауын-шашын мөлшері жеткіліксіз болғандықтан (мысалы, 2014–2024 жылдар аралығындағы жауын-шашын көрсеткіштері бойынша кейбір аудандарда орташа жылдық мөлшер 200–300 мм шамасында ғана), егістік жерлерді суару – тұрақты өнім алудың шешуші жолы.



Сурет 3 – 2014 – 2024 жж. Аршалы ауданы бойынша жауын-шашын мөлшері, мм

Осындай климаттық жағдайда су үнемдеу технологияларын енгізу ерекше маңызға ие. Атап айтқанда, тамшылатып (drip irrigation) және жаңбырлатып (sprinkler irrigation) суару тәсілдері су шығынын азайтып, өсімдіктің тамыр аймағына қажетті ылғалды дәл жеткізеді. Бұл технологиялар арқылы суды 30–50% үнемдеуге және өнімділікті 20–40%-ға арттыруға болады.

Ауыл шаруашылық техникаларын жаңарту мен заманауи агротехнологияларды енгізу де егістік өнімділігін арттыруға сеп болады. Дәл егіншілік (precision farming) технологиялары – спутниктік бақылау, дрондармен мониторинг, GPS-навигация, автоматты егіс және тыңайтқыш

беру арқылы жүргізіледі. Бұл тәсіл әр гектар жердің нақты жағдайын ескеріп, ресурстарды – су, тыңайтқыш, тұқым – үнемдеуге және шығынды азайтуға мүмкіндік береді.

Жер өңдеудің минималды және нөлдік технологиялары да (мысалы, no-till және strip-till) соңғы жылдары кеңінен қолданылуда. Бұл әдістерде жер қабаты аударылмай өңделеді, яғни бұрынғыдай терең жырту жүргізілмейді. Нәтижесінде топырақтың құрылымы сақталып, органикалық қалдықтар беткі қабатта қалып, ылғалдың булануы азаяды, эрозиялық процестер бәсеңдейді, және жердің құнарлылығы қалпына келеді.



Тамшылатып суару



Жаңбырлатып суару

Сурет 4 – Тамшылатып және жаңбырлатып суару жүйелері – тамырына дәл су жеткізу мысалдары

Ескерту:

- Тамшылатып суару – әрбір өсімдікке жеке-жеке су жеткізіледі (әдетте құбыр арқылы).
- Жаңбырлатып суару – жаңбыр эффектісімен жерді біркелкі суарады.
- No-till – топырақты аудармай, тұқымды тікелей қалдықтардың арасына себу.
- Strip-till – тек тұқым себілетін жолақ қана өңделеді, қалған жер тиіспей қалады.

Сондай-ақ, жер өнімділігін арттыруда топырақтың жағдайын үнемі бақылап отыру, агрохимиялық карталар жасау, мониторинг жүргізу, топыраққа диагностика жасау жұмыстары да үлкен рөл атқарады. Бұл шаруаларға нақты жер телімінің жағдайын біліп, соған сәйкес шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

Мамандардың біліктілігін арттыру, агроконсультациялық қызметтердің жұмысы мен аграрлық ғылым мен өндірістің байланысын нығайту да – ауыл шаруашылығы жерлерінің тиімді игерілуіне ықпал ететін маңызды факторлар.

Қорытындылай келе, ауыл шаруашылық жерлердің өнімділігін арттыру – бір ғана әдіске емес, кешенді, ғылыми негізделген және практикалық шаралардың үйлесіміне негізделген үдеріс. Ол үшін мемлекеттік қолдау, инновациялық технологиялар және фермерлердің тәжірибесі мен білімі маңызды рөл атқарады.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер ерекше құқықтық режимге ие және қорғауға жатады, Қазақстандағы Ақмола облысы өңірі еліміздің астықты белдеулерінің бірі саналып, егіншілік пен мал шаруашылығы үшін маңызды аймаққа жатады. Алайда жер сапасына әртүрлі факторлар әсер етеді: климаттық жағдайлар (құрғақшылық, жауын-шашын мөлшері), топырақты өңдеу технологиялары, суару жүйесінің болуы немесе болмауы, сондай-ақ агрохимиялық заттарды (тыңайтқыштар мен пестицидтерді) қолдану.

Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер – мемлекеттің ерекше қорғауындағы маңызды ресурс. Олар елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде, ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіруде шешуші рөл атқарады. Сондықтан бұл санаттағы жерлерге арнайы құқықтық режим қолданылады. Мұндай құқықтық шаралар ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді басқа мақсаттарға пайдалануға немесе алып қоюға шектеу қоюға, олардың құнарлылығын сақтауға және жер сапасын жақсартуға бағытталған.

Осындай жерлерге егіншілікке жарамды алқаптар, жайылымдар, шабындықтар мен егістік үшін пайдаланылатын суармалы жерлер жатады. Бұл жерлердің тиімді әрі ұқыпты пайдаланылуы – елдің агроөнеркәсіптік кешенінің тұрақты дамуының кепілі.

Облыс бойынша ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер көлемінің динамикасы 3-кестеде ұсынылған.

Кесте 3 – 1991-2022 жылдардағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер көлемінің Ақмола облысы бойынша динамикасы, мың га

Облыс	1999 ж.	2005 ж.	2020 ж.	2022 ж.	Өзгерістер(+,-)	
					2022ж. 1991жылға қарағанда	2022ж. 2020жылға қарағанда
Ақмола	13,6	9,1	10,8	10,9	-2,7	+0,1

Кестеде көрсетілгендей, 1991 жылдан 2022 жылға дейінгі аралықта Ақмола облысындағы ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер көлемі айтарлықтай өзгеріске ұшыраған. Егер 1991 жылы бұл көрсеткіш 13,6 млн гектарды құраса, 2022 жылы ол 10,9 млн гектарға дейін төмендеген. Бұл – 2,7 млн гектарға немесе шамамен 20%-ға қысқару деген сөз. Бұл өзгеріс ауыл

шаруашылығы жерлерінің басқа мақсаттарға берілуі, игерілмеуі немесе жер

реформалары салдарынан туындауы мүмкін екенін көрсетеді.

Алайда 2020 жылдан 2022 жылға дейінгі қысқа кезеңде, керісінше, ауыл шаруашылығы жерлерінің көлемі 0,1 млн гектарға өскен. Бұл – соңғы жылдары мемлекеттік деңгейде жер ресурстарын тиімді пайдалану мен бақылау шараларының күшейтілуінің нәтижесі болуы ықтимал. Сондай-ақ бұл өзгеріс жерлерді инвентаризациялау, пайдаланылмай жатқан жерлерді ауыл шаруашылығы айналымына қайтару, цифрландыру мен кадастрлық жүйені жаңарту арқылы жүзеге асқанын да меңзейді.

Жалпы, бұл кесте Ақмола облысындағы ауыл шаруашылығы жерлерінің 1990-жылдардың соңында күрт азайып, ал соңғы жылдары біртіндеп тұрақтала бастағанын көрсетеді. Бұл үрдіс ауыл шаруашылығы саясатын тиімді жоспарлау, жер ресурстарын оңтайлы пайдалану және құнарлы жерлерді сақтау қажеттігін дәлелдейді. 2022 жылы «Қазгидромет» РМК Ақмола облысының әртүрлі аудандарындағы топырақтың жай-күйіне бақылау жүргізді. Ауыр металдармен ластануды анықтау үшін топырақ сынамалары алынды (4-кесте) [8].

Кесте 4 – 2022 жылы Ақмола облысының топырағының ауыр металдармен ластануы, мг/кг

Елді мекен	Ауырметалдар				
	Қорғасын	Мыс	Хром	Мырыш	Кадмий
«Бурабай»КФМС	0,01	0,02	0,1	1,0	0,04
Бурабайа.	0,01-1,4	0,01-0,1	0,01-0,5	1,0-1,3	0,01-0,4
Щучинскқ.	0,02-1,7	0,01-0,1	0,1-0,2	1,1-1,2	0,1-0,8
Көкшетауқ.	0,05-1,3	0,02-0,05	0,1-0,3	0,9-1,1	0,1-0,3
Атбасарқ.	0,1	0,1	0,2	0,9	0,1
Балкашиноқ.	0,03	0,05	0,1	0,8	0,2
Зеренді а.	0,6	0,02	0,1	0,6	0,1

Ақмола облысының өнеркәсіптік және ауылшаруашылық салаларының дамуы қоршаған ортаның, соның ішінде топырақ ресурстарының ластану қаупін арттыруда. Ауыр металдар – топырақтың антропогендік ластануында кең таралған және ерекше қауіпті ластаушылардың бірі. Олардың көздері ретінде тау-кен өндірісі, металлургиялық кәсіпорындар, автокөлік шығарындылары, сондай-ақ ауыл шаруашылығында қолданылатын пестицидтер мен минералдық тыңайтқыштар қарастырылады.

Топыраққа түсетін ауыр металдарға қорғасын (Pb), кадмий (Cd), сынап (Hg), хром (Cr), никель (Ni) және мыс (Cu) жатады. Бұл элементтер топырақта ұзақ уақыт сақталып, оның физикалық-химиялық қасиеттерін нашарлатады, биологиялық белсенділігін төмендетеді және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне кері әсер етеді. Сонымен қатар, ауыр металдар өсімдіктер арқылы азық-түлік тізбегіне еніп, жануарлар мен адам ағзасына жинақталып, түрлі созылмалы аурулардың, оның ішінде

онкологиялық жүйке

жүйесі және ішкі ағза ауруларының дамуына себеп болуы мүмкін.

Ауыр металдардың жиналуы экожүйенің тұрақтылығына да қауіп төндіреді, себебі олар топырақтағы микроорганизмдердің тіршілігін әлсіретіп, биоәртүрлілікті азайтады. Бұл процестердің салдары топырақтың құнарлылығын төмендетіп, оның табиғи өзін-өзі қалпына келтіру қабілетін шектейді.

Осыған байланысты, топырақтың ауыр металдармен ластануын бақылау және алдын алу шараларын жүзеге асыру — агроэкологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етудің маңызды бағыты болып табылады. Ластану деңгейін уақтылы анықтау, мониторинг жүргізу және ремедиациялық әдістерді қолдану (мысалы, фитосанация немесе химиялық бейтараптандыру) арқылы топырақ сапасын сақтау мен қалпына келтіруге қол жеткізуге болады.

2022 жылы Ақмола облысының топырақтарынан алынған сынамалар талдауы ауыр металдардың шоғырлануы белгіленген санитарлық-гигиеналық нормалар шегінде екенін көрсетті. Бұл дерек қазіргі таңда жағдайдың күрделі емес екенін білдіргенімен, аймақтағы өнеркәсіптің әрі қарай дамуы және ауыл шаруашылығы жүктемесінің артуы топырақ ластануының әлеуетті қауіпін арттыра түсетінін жоққа шығармайды. Осыған орай, тұрақты экологиялық мониторинг пен профилактикалық шаралар жүргізу өзекті болып қала береді.



Сурет 5 – Іріктелген топырақ сынамаларын алу процесі

Жалпы, Ақмола облысы негізгі ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру бойынша жетекші өңірлердің бірі болып табылады. 1999 жылдан бастап ауыл шаруашылығының өсу қарқыны артып келеді. Облыстағы ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі бағыттары – дәнді және майлы дақылдар өсіру, мал шаруашылығы мен сүт өнімдерін өндіру. Ақмола облысы аграрлық сектордың 20%-дан астамын алып жатыр. Бұл көрсеткіш өңірдің Қазақстан экономикасындағы аграрлық маңызын айқын көрсетеді.

Аграрлық сектордағы экономикалық қатынастарды дамыту, жер ресурстарын ұтымды және тиімді пайдалану, топырақ құнарлылығын сақтау, егістік дақылдарды молайтумен қатар азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету және жер ресурстарын қорғау – Ақмола облысының басты міндеттерінің

бірі болып отыр. Сонымен қатар, заманауи агротехнологияларды енгізу мен инновациялық тәсілдерді пайдалану арқылы өнімділікті арттыру шаралары

жүзеге асырылуда.

Алайда, қазіргі уақытта облыс жерлерінде табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен шөлейттену мен топырақтың тозуы сияқты экологиялық мәселелер күшейіп отыр. Топырақтың эрозияға ұшырауы, минералды тыңайтқыштар мен пестицидтердің шамадан тыс қолданылуы, жерді дұрыс пайдаланбау салдарынан құнарлылықтың төмендеуі байқалуда. Ресми мәліметтер бойынша, 2015 жылдың 1 қаңтарында Ақмола облысында эрозия 571,6 мың гектар жерге әсер етіп, оның ішінде 17 мың гектар жерге айтарлықтай зақым келген [9].

Сондай-ақ, облыста өнеркәсіптік өндіріс пен ауыл шаруашылығы қалдықтарының дұрыс басқарылмауы нәтижесінде ауыр металдармен және басқа да зиянды заттармен ластану жағдайлары кездеседі. Бұл жағдай топырақтың ғана емес, жер асты сулардың да сапасына әсер етуде. 2020 жылғы зерттеулер бойынша, Атбасар, Есіл және Аршалы аудандарындағы кейбір алқаптарда кадмий, қорғасын және мырыш сияқты ауыр металдар шекті нормадан асып кеткені анықталған.

Топырақтың одан әрі ластануын болдырмау және оның жағымсыз салдарын азайту үшін мынандай шараларды жүзеге асыру қажет:

- Ластану деңгейін жүйелі түрде бақылау;
- Ауыр металдар шығарындыларын қысқарту және қадағалау;
- Ластанған жерлерді қалпына келтіру және рекультивациялау стратегияларын әзірлеу;
- Экологиялық мониторинг жүйесін жетілдіру;
- Жер пайдаланушыларға экологиялық жауапкершілік жүктеу және тұрақты ауыл шаруашылығы принциптерін енгізу.

Сонымен қатар, агроэкологиялық карта жасау, топырақ диагностикасын жүргізу және фермерлерге агроэкологиялық білім беру бағдарламаларын енгізу — ұзақ мерзімді шешімдердің бірі ретінде қарастырылуы қажет.

2 Жерді қашықтықтан зондтау әдістерін ауыл шаруашылығында қолдану

2.1 Қашықтықтан зондтау технологиялары және олардың артықшылықтары

Қазіргі таңда ауыл шаруашылығында инновациялық технологияларды енгізу өнімділікті арттыруға, шығындарды азайтуға және жер ресурстарын тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Солардың ішінде Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) және Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) ерекше орын алады.

ЖҚЗ – ғарыштық немесе авиациялық құрылғылар көмегімен жер бетінің жай-күйі туралы мәліметтер жинап, оларды талдауға негізделген технология. Бұл әдіс топырақтың, өсімдіктің, ылғал мен температураның өзгерістерін тіркеуге мүмкіндік береді. ЖҚЗ екі түрге бөлінеді:

- Пассивті – күн сәулесінің шағылысуын өлшеу арқылы ақпарат алу;
- Активті – радиотолқын немесе лазерлік сәуле жіберіп, қайтқан сигналды талдау (мысалы, радар немесе лидар).

ЖҚЗ технологияларының негізгі артықшылықтары:

1. Кең ауқымды және үнемі бақылау жүргізу;
2. Уақтылы ақпарат алу арқылы өсімдіктердің жай-күйін ерте анықтау;
3. Топырақ пен дақыл жағдайын нақты бағалау;
4. Ресурстарды үнемдеп, өнімділікті арттыру;
5. Экологиялық зиянды азайту.

ГАЖ – кеңістіктік деректерді жинау, сақтау, талдау және визуализациялау жүйесі. Ол жер бедері, топырақ қасиеттері, климаттық жағдайлар сияқты факторларды есепке ала отырып, шешім қабылдауға көмектеседі. ГАЖ технологиясын қолдану келесі кезеңдерді қамтиды:

- Деректерді жинау, құрылымдау және бағалау;
- Қажетті координаттар жүйесін анықтау;
- Түрлі ақпарат көздерін қабаттастыру және талдау;
- Географиялық модель құру және визуализациялау;
- Деректерді жаңарту және түзету.

Ақмола облысы жағдайында ЖҚЗ мен ГАЖ технологияларын қолдану ауылшаруашылық жерлерінің жай-күйін бақылауға, эрозияны, құрғақшылықты, мақсатсыз жер пайдалануды анықтауға мүмкіндік береді. ЖҚЗ-ның спутниктік мониторинг пен аэрофототүсірілім әдістері арқылы алынған мәліметтер агроэкологиялық шешімдер қабылдауда маңызды рөл атқарады.

Сонымен қатар, жердегі сенсорлар – топырақ ылғалдылығы, температура, ластану деңгейі секілді көрсеткіштерді нақты уақыт режимінде өлшеу арқылы қашықтықтан алынған деректерді толықтырады.

ЖҚЗ және ГАЖ технологиялары ауылшаруашылығы мен табиғи ресурстарды басқару саласында маңызды құралдарға айналды. Олар табиғи және антропогендік процестерді бақылауға, экологиялық жағдайды

бағалауға,

сондай-ақ агротехнологияларды цифрландыру мен тиімді жоспарлауға жол ашады [10].

Осылайша, ауылшаруашылық жерлерін бақылаудың заманауи формаларына жерді пайдаланудың өзгеруін бақылау үшін геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану, топырақ пен өсімдік жамылғысының күйін талдау үшін қашықтықтан зондтау және топырақ құнарлылығы мен қоректік заттарды өлшеуге арналған арнайы аппараттық және бағдарламалық құралдар кіреді. Сондай-ақ, ауылшаруашылық жерлерінің жалпы жағдайын бағалауға және проблемалық аймақтарды анықтауға мүмкіндік беретін аумақтық зерттеулер мен аудиттер жүргізілуде.

2.2 Аэроғарыштық түсірістердің ауыл шаруашылық жерлерді зерттеудегі рөлі

Ауыл шаруашылығы саласының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін жер ресурстарының жағдайын дәл әрі жедел зерттеу аса маңызды. Осы мақсатта аэроғарыштық түсірістер кеңінен қолданылып келеді. Бұл технология жердің жағдайын бақылау мен талдаудың заманауи, жоғары технологиялық әдісі ретінде ауыл шаруашылығында үлкен рөл атқарады. Аэроғарыштық түсірістер – ғарыштық спутниктер немесе ұшқышсыз ұшу аппараттары (дрондар) арқылы алынған бейнелер мен деректер негізінде жерді зерттеу әдісі. Мұндай түсірістер топырақ жамылғысы мен егістік алқаптарының жағдайын, өсімдіктердің өсу қарқынын, құрғақшылық немесе ауру ошақтарын, эрозия белгілерін, топырақтың ылғалдылығын және тағы басқа көрсеткіштерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдістің ауыл шаруашылығындағы рөлі мен маңызы бірнеше бағытта айқын көрінеді:

Далалық жұмыстарды жоспарлау және басқару: Аэроғарыштық деректерді талдау арқылы егістік алқаптардың нақты шекаралары анықталып, тиімді жер пайдалану схемалары әзірленеді. Бұл топырақ өңдеу, тыңайтқыш себу, суару және өнім жинау жұмыстарының дәлдігін арттырады.

Өсімдіктердің күйін бақылау: Спектралдық түсірістер көмегімен дақылдардың өсу сатысы, күйзеліс жағдайлары (құрғақшылық, азот жетіспеушілігі, аурулар) ертерек анықталады. Бұл агротехникалық шараларды дер кезінде қабылдауға мүмкіндік береді.

Топырақ қасиеттерін бағалау: Топырақтың ылғалдылығы, құрылымы, эрозиялық өзгерістер, тұздану деңгейі сияқты маңызды агрохимиялық және агрофизикалық көрсеткіштерді қашықтықтан анықтауға болады.

Мониторинг және статистика жүргізу: Аэроғарыштық түсірістер арқылы ауыл шаруашылығы жерлерінің жыл сайынғы өзгерісі, игерілген және игерілмеген жерлердің үлесі, өнімділік динамикасы бақыланады. Бұл мәліметтер мемлекеттік мониторинг және жоспарлау жүйесіне енгізіледі.

Экономикалық тиімділік: Аэроғарыштық бақылау шығындарды азайтып, ресурстарды (тыңайтқыштар, су, еңбек күші) ұтымды пайдалануға

мүмкіндік береді. Сонымен қатар, нақты агроақпарат шаруашылықтың өнімділігін арттырып, кірісті көбейтеді.

Экологиялық қауіпсіздік: Жердің деградациясы, эрозия, шөлейттену сияқты экологиялық проблемаларды ертерек анықтап, алдын алу шараларын жоспарлауға мүмкіндік береді.

Қазақстанда аэроғарыштық түсірістер арқылы ауыл шаруашылық жерлерін зерттеу «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК АҚ және басқа да мекемелер арқылы жүзеге асырылып келеді. Мемлекеттік жер кадастры, ауыл шаруашылығы министрлігі, сондай-ақ жеке фермерлік шаруашылықтар бұл технологияның мүмкіндіктерін жыл сайын кеңінен пайдаланып отыр.

Қорыта айтқанда, аэроғарыштық түсірістер – ауыл шаруашылығын цифрландырудың, ғылыми негізде басқарудың және жер ресурстарын тиімді пайдаланудың негізгі құралдарының бірі. Ол агроөнеркәсіптік кешеннің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға, өнім көлемін көбейтуге және табиғи ресурстарды сақтау ісіне орасан үлес қосады. Топырақтың құнарлылығы – топырақтың қоректік заттар, су, ауа, жылу және т.б. сияқты қалыпты өсуі мен дамуы үшін барлық қажетті жағдайларда өсімдіктердің қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілеті. Құнарлылық ауылшаруашылығындағы маңызды фактор болып табылады, өйткені ол топырақтың дақылдардың өсуін қаншалықты жақсы қолдайтынын анықтайды. Жоғары құнарлылық жоғары өнімділікке және өнімнің жақсы сапасына мүмкіндік береді, ал төмен құнарлылық нашар өнімділікке, топырақтың деградациясына және экожүйенің нашарлауына әкелуі мүмкін. Бұл қасиетті ресейлік топырақтанушы В.Р.Уильямс зерттеді, ол топырақ түзілу процесінде құнарлылықтың қалыптасуы мен дамуын зерттеді және топырақтың қасиеттері мен оны ауылшаруашылық мақсатта пайдалану арқылы арттыру мүмкіндіктері арасындағы байланысты анықтады [11].

Топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы 3-ке бөлінеді.

Физикалық қасиеттері: дәстүрлі тәсіл топырақтың құрылымы, ылғалдылығы, ауа өткізгіштігі және су өткізгіштігі сияқты физикалық қасиеттерін бағалайды. Ол бұл қасиеттердің топырақтың су мен ауаны ұстау қабілетіне, сондай-ақ өсімдіктердің тамыр дамуына қалай әсер ететінін талдайды.

Химиялық қасиеттері: дәстүрлі тәсіл топырақтың химиялық қасиеттерін талдауды қамтиды, мысалы, органикалық заттар, рН, негізгі және қоректік заттар (азот, фосфор, калий және басқа микроэлементтер), сондай-ақ ауыр металдар мен басқа ластаушы заттардың болуы. Ол топырақтың химиялық белсенділігін және оның өсімдіктерге қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету қабілетін бағалайды.

Биологиялық қасиеттері: топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы сонымен қатар биологиялық аспектілерді, соның ішінде бактериялар мен саңырауқұлақтар сияқты микроорганизмдердің болуын, жауын құрттары мен басқа биологиялық организмдердің болуы мен белсенділігін ескереді. Бұл факторлар қоректік заттардың циклі мен

гумустың

түзілуіне әсер ететін топырақтың биологиялық белсенділігінің көрсеткіштері болып саналады.

Топырақ құнарлылығының дәстүрлі анықтамасы көп қырлы және топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін, сондай-ақ жер пайдаланушылардың практикалық тәжірибесіне сүйенуді талап етеді [12].

2.3 Қашықтықтан зондтау деректерін ауыл шаруашылық жерлерінің жағдайын бағалауда пайдалану

Ауыл шаруашылығында жер ресурстарының сапасын бағалау мен басқару – егін шаруашылығының тиімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етудегі негізгі міндеттердің бірі. Бұл бағытта жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) технологиялары аса құнды ақпарат көзіне айналып отыр. ЖҚЗ арқылы алынған деректер ауыл шаруашылық жерлерінің жағдайын кешенді бағалауға, мониторинг жүргізуге және ғылыми негізделген басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді.

ЖҚЗ деректерін қолдану, ең алдымен, жер бетінің биофизикалық қасиеттерін зерттеуге негізделеді. Спутниктер немесе ұшқышсыз ұшу аппараттары (дрондар) түсірген суреттер мен радиометриялық мәліметтер арқылы егістік алқаптарындағы дақылдардың күйін, топырақтың ылғалдылығын, өнімділік әлеуетін, эрозияға ұшырау дәрежесін және басқа да маңызды параметрлерді анықтауға болады.

ЖҚЗ деректері негізінде ауыл шаруашылық жерлерінің жағдайын бағалауда келесі бағыттар ерекшеленеді:

1. Өсімдіктердің вегетациялық индексін анықтау (NDVI): NDVI – өсімдік жамылғысының тығыздығы мен фотосинтетикалық белсенділігін сипаттайтын индекс. Бұл көрсеткіш өсімдіктің дамуын, күйзеліс белгілерін (құрғақшылық, ауру, тыңайтқыш жетіспеушілігі) және өнімділік болжамын бағалауға мүмкіндік береді.

2. Топырақтың сапасын бағалау: ЖҚЗ мәліметтері арқылы топырақтың ылғалдылығы, тұздану дәрежесі, эрозия белгілері және құрылымдық өзгерістері анықталады. Бұл деректер агрохимиялық зерттеулермен толықтырылып, жер сапасының жан-жақты бағасын береді.

3. Өнімділік карталарын жасау: ЖҚЗ деректері жыл сайынғы өнімділік көрсеткіштерін тіркеуге мүмкіндік береді. Бұл мәліметтер негізінде өнімділік карталары жасалып, олар тыңайтқыштарды саралап енгізу, егістік алқаптарды топтастыру сияқты басқару шешімдеріне негіз болады.

4. Шаруашылық ішілік аймақтандыру: ЖҚЗ деректері арқылы бір шаруашылық ішіндегі әртүрлі жер телімдерінің агроөндірістік жағдайын салыстыруға болады. Бұл тәсіл шаруашылықтың ресурстарын тиімді пайдаланып, әр телімге жеке тәсіл қолдануға мүмкіндік береді.

5. Ауыл шаруашылығы жерлерінің мониторингі: Жердің ұзақ мерзімді өзгерістерін (деградация, шөлейттену, эрозия) бақылап отыруға мүмкіндік беретін ЖҚЗ деректері мемлекеттік жер кадастры мен экологиялық бақылау

жүйелері үшін де маңызды.

6. Құқықтық және экономикалық шешімдер қабылдау: ЖҚЗ мәліметтері жер пайдалану заңдылығын тексеру, пайдаланылмай жатқан жерлерді анықтау, жер салығын әділ есептеу сияқты функцияларда да қолданылуда.

Қазақстанда бұл бағытта нақты тәжірибелер бар. Мәселен, "Қазақстан Ғарыш Сапары" компаниясы Landsat, Sentinel, спутниктерінен алынған деректер негізінде ауыл шаруашылығы жерлерінің карталарын жасап, егін шығымдылығына болжам жасауда. Бұл мәліметтер шаруашылықтарға нақты уақыт режимінде ұсынылып, агротехникалық шаралардың тиімділігін арттыруға сеп болуда.

Қорытындылай келе, қашықтықтан зондтау деректері – ауыл шаруашылығы жерлерінің жағдайын дәл әрі кешенді бағалаудың сенімді құралы. Ол аграрлық өндірісті тиімді басқаруға, экологиялық тепе-теңдікті сақтауға және елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге үлес қосатын заманауи технологиялардың біріне айналды.

ArcGIS Pro – Esri әзірлеген заманауи географиялық ақпараттық жүйе (ГАЖ). Бұл географиялық деректерді талдау, визуализациялау және басқару үшін қолданылатын қуатты бағдарламалық жасақтама. Ол растрлық, векторлық және кестелік деректерді, сондай-ақ геокодтау, байланыстыру және кеңістіктік талдау құралдарын қолданады [13].

Spatial Analyst – ArcGIS Pro-дағы кеңейтілген құралдардың бірі, кеңістіктік талдаумен геоөңдеу үшін кең мүмкіндіктер ұсынады. Ол талдауға, модельдеуге, интерполяцияға, картографияға және т.б. қатысты көптеген мәселелерді шешу үшін растрлық және векторлық деректермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Spatial Analyst сандық рельефтік модельдермен (DEM) операцияларды, жерді пайдалануды, вегетациялық индекстерді және басқа кеңістіктік деректерді талдауды қамтитын растрлық деректерді өңдеуге мүмкіндік береді. Растрлық қабаттар арасында қосу, азайту, көбейту, бөлу сияқты арифметикалық амалдарды орындауға арналған құралдар. Бұл жаңа растрлар жасауға және талдау жасауға мүмкіндік береді.

Тұтастай алғанда, ArcGIS Pro - география, экология, қала құрылысы, инженерия, ауыл шаруашылығы, ресурстарды басқару және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылатын көп функциялы құрал. Ол географиялық деректерді талдауға және визуализациялауға қуатты мүмкіндіктер береді, бұл оны ГАЖ мамандары арасында танымал құралға айналдырады.

Жерді бақылау және мониторинг жүргізу үшін белгілі және кеңінен қолданылатын екі спутниктік жүйе – Sentinel-2 және Landsat-8 қолданылады. Еуропалық ғарыш агенттігі (ESA) бағдарламасының маңызды бөліктерінің бірі – Sentinel-2 спутниктік жүйесі. Оның негізгі мақсаты - пайдаланушылардың кең ауқымына жердің жоғары ажыратымдылықтағы оптикалық суреттеріне қол жеткізуге мүмкіндік беру. Sentinel-2 спутниктік жүйесі ауыл шаруашылығы, қоршаған ортаны бақылау, картография, су ресурстарын талдау және т.б. сияқты әртүрлі қолданбалар үшін

пайдаланылатын жоғары сапалы мультиспектралды суреттерді ұсынады.

Sentinel-2 13 түрлі диапозонда жұмыс істейтін жоғары ажыратымдылықтағы оптикалық, мультиспектрлі сенсормен жабдықталған, оның төрт диапозоны 10 метр, алты диапозоны 20 метр және үш диапозоны 60 метр. Sentinel-2 спутниктері деректерді ақысыз және ашық түрде жібереді. Нәтижесінде олар зерттеушілер, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, экология және басқа салалардағы мамандар сияқты пайдаланушылардың кең ауқымына қолжетімді болады [14].

5 – кестеде Sentinel-2 спектрлік түсіру арналарының параметрлері көрсетілген. Арналар электромагниттік спектрдің көрінетін бөліктерінен (мысалы, көк, қызыл және жасыл арналар) жақын инфрақызылға дейін (мысалы, SWIR және NIR арналары) маңызды бөліктерін қамтиды. Бұл өсімдік жамылғысы, топырақ сипаттамалары және су ерекшеліктері сияқты қоршаған ортаның әртүрлі компоненттері туралы мәліметтер жинауға мүмкіндік береді.

Кесте 5 – Sentinel-2 спектрлік түсіру арналарының сипаттамасы

Sentinel2спектрліктүсіру арналары	Ажыратымдылық,м
Band1-Coastal aerosol	60
Band2-Blue	10
Band3-Green	10
Band4-Red	10
Band5-VegetationRedEdge	20
Band6-VegetationRedEdge	20
Band7-VegetationRedEdge	20
Band8-NIR	10
Band8A-NarrowNIR	20
Band9-Watervapour	60
Band10-SWIR- Cirrus	60
Band11-SWIR	20
Band12-SWIR	20

Осы арналардың қысқаша сипаттамасы:

1. 1 арна (Aerosol):

Толқын ұзындығы: 443 нм (көк спектр). Аэрозольдің ластануын бағалау және суды бақылау үшін қолданылады.

2. 2 арна (Көк):

Толқын ұзындығы: 490 нм. Ол су объектілерін бағалау, жағалау аймақтарын картаға түсіру және өсімдік жамылғысының айырмашылықтарын анықтау үшін қолданылады.

3. 3 арна (Жасыл):

Толқын ұзындығы: 560 нм. Ол өсімдіктерді картаға түсіру, су объектілерін талдау және экологиялық зерттеулер үшін қолданылады.

4. 4 арна (Қызыл):

Толқын ұзындығы: 665нм. Ол өсімдіктерді талдау, ауылшаруашылығы және өсімдік денсаулығын бақылау үшін қолданылады.

5. 5 арна (Қызылжиек 1):

Толқын ұзындығы: 705 нм. Өсімдік денсаулығын бақылау және өсімдік жамылғысының өзгеруін анықтау үшін қолайлы.

6. 6 арна (Қызылжиек 2):

Толқын ұзындығы: 740 нм. Өсімдіктердің денсаулығын бағалау және ауылшаруашылық мониторингі үшін қолданылады.

7. 7 арна (Қызылжиек 3):

Толқын ұзындығы: 783 нм. Ол ауыл шаруашылығы мен өсімдік денсаулығын талдау үшін қолданылады.

8. 8 арна (Жақын инфрақызыл):

Толқын ұзындығы: 842 нм. Өсімдік тығыздығын бағалауға және NDVI сияқты вегетациялық индекстерді есептеуге арналған негізгі арналардың бірі.

9. 8 арнасы (Жақын инфрақызыл, кеңейтілген):

Толқын ұзындығы: 865 нм. Өсімдік жамылғысын бақылау және жер ресурстарын картаға түсіру үшін қолданылады.

10. 9 арна (су буы):

Толқын ұзындығы: 945 нм. Атмосферадағы су буын және атмосфералық әсерлерді бағалау үшін қолайлы.

11. 10 арна (Орташа инфрақызыл 1):

Толқын ұзындығы: 1380 нм. Ол жұқа бұлттарды анықтау және атмосфералық әсерді бақылау үшін қолданылады.

12. 11 арна (Орташа инфрақызыл 2):

Толқын ұзындығы: 1610 нм. Ол ауыл шаруашылығын бақылау және топырақтың ылғалдылығын анықтау үшін қолданылады.

13. 12 арна (Орташа инфрақызыл 3):

Толқын ұзындығы: 2190 нм. Топырақтың минералды құрамын және басқа геологиялық қосымшаларды бағалау үшін қолданылады.

Осылайша, Sentinel-2 спектрлік арналары талдаудың, картаға түсірудің және бақылаудың әртүрлі түрлерінде қолдануға болатын деректердің кең ауқымын алуға мүмкіндік береді.

3 Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын бағалау

3.1 Зерттеу аймағының сипаттамасы және жер сапасының негізгі көрсеткіштері

Зерттеу жүргізілген нақты аумақ – Аршалы ауданы. Бұл ауданда жер негізінен ауыл шаруашылық мақсатында – егіншілік және мал шаруашылығы үшін пайдаланылады.

Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерінің сапасын сипаттайтын негізгі көрсеткіштерге мыналар жатады:

1. Топырақтың механикалық құрамы – зерттелген аумақта көбінесе қара топырақтың (чернозем) орташа және ауыр саздақ түрлері таралған. Мұндай топырақтар ылғалды жақсы сақтап, жоғары өнім беруге бейім.

2. Гумус қабатының қалыңдығы мен құнарлылығы – гумус мөлшері 3–6% аралығында, бұл орташа және жоғары құнарлы топырақтар қатарына жатады. Алайда, жыл сайынғы интенсивті өңдеу салдарынан гумус мөлшерінің төмендеуі байқалуда.

3. Тұздану мен сорлану деңгейі – кейбір алқаптарда тұздануға бейімділік байқалады. Бұл, әсіресе, төмен жерлерде және суармалы егіншілікте өзекті мәселе.

4. Топырақтың эрозиялық жай-күйі – жел және су эрозиясына ұшыраған аумақтар кездеседі. Бұл негізінен еңістеу, ашық далалық алқаптарда байқалады.

5. Ылғалмен қамтылуы – климаттық жағдайларға байланысты топырақтағы ылғал мөлшері жыл мезгілдеріне қарай ауытқып отырады. Көктемде жеткілікті болса, жазда ылғал тапшылығы байқалып, бұл өнімділікке тікелей әсер етеді.

6. Тыңайтқыштар мен агрохимикаттардың қалдығы – кейбір шаруашылықтарда минералдық тыңайтқыштарды артық немесе ретсіз қолдану салдарынан топырақтың химиялық балансы бұзылған.

Жалпы алғанда, Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлері құнарлы әрі тиімді пайдалануға қолайлы. Алайда оларды тұрақты және ұтымды пайдалану үшін топырақтың сапалық жағдайын жүйелі түрде бағалап, эрозиялық процестердің алдын алу, агрохимиялық балансты сақтау, органикалық заттармен байыту және қашықтықтан зондтау сияқты заманауи технологияларды қолдану маңызды.

Зерттеу әдісі вегетациялық және топырақ индекстерін есептеуге негізделген. Вегетациялық және топырақ индекстері – қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, өсімдіктер мен топырақтың күйін талдау және бағалау үшін қолданылатын математикалық көрсеткіштер. Олар көбінесе ауыл шаруашылығында, экологияда, қоршаған ортаны бақылауда және басқа салаларда қолданылады.

Өсімдік жамылғысын талдау үшін қолданылатын индекстердің әртүрлі

түрлері бар, мысалы:

- Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index);
- Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексі (SAVI, Soil Adjusted Vegetation Index);
- Нормаланған айырмашылық қызыл жиегі индексі (NDRE, Normalized Difference RedEdge);
- Нормаланған айырмашылық ылғалдылық индексі (NDMI, Normalized Difference Moisture Index).

Бұл индекстер ауыл шаруашылығы, өсімдіктерді бақылау, топырақ ресурстарын талдау, картография және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылады. Олар өсімдік жамылғысы мен топырақтың күйін түсінуге көмектеседі. Бұл ауыл шаруашылығы, жерді басқару және қоршаған ортаны бақылау салаларында ақпараттандырылған шешімдер қабылдауға ықпал етеді [15].

Бұл дипломдық жұмыста өсімдік жамылғысының күйін талдау және топырақ құнарлығын және бағалау үшін бірнеше қол жетімді вегетациялық индекстерді қолданамыз.

NDVI "Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі" білдіреді. Бұл спутниктік немесе аэрофототүсірілімдерді талдау арқылы өсімдіктердің денсаулығын, тығыздығын және энергиясын бағалау үшін жиі қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. Қарапайым сөзбен айтқанда, ауыл шаруашылығындағы NDVI өсімдіктерді жер жамылғысының басқа түрлерінен ажыратуға және оның жалпы жағдайын анықтауға көмектеседі. Сонымен қатар, ол картада өсімдіктермен жабылған жерлерді бөліп көрсетуге және визуализациялауға, сондай-ақ өсу процесінде қалыптан тыс өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді.

NDVI спутниктік суреттерден немесе аэрофототүсірілімнен электромагниттік сәулеленудің жақын инфрақызыл (NIR) және қызыл жолақтары (RED) арқылы есептеледі.

Есептеу формуласы келесідей(1):

$$NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED) \quad (1)$$

Мұндағы NIR – жақын инфрақызыл арнасы; RED – қызыл арна.

NDVI мәндері – 1-ден 1-ге дейін өзгереді. 1-ге жақын мәндер тығыз, сау өсімдіктерді көрсетеді. 0 шамасындағы мәндер сирек немесе зиянды өсімдіктерді көрсетеді. 0-ден төмен мәндер әдетте су, тас немесе жалаңаш топырақ сияқты өсімдік емес беттерді білдіреді.

SAVI "Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексі" дегенді білдіреді. Бұл топырақ жарықтығының өсімдіктердің шағылысуына әсерін ескере отырып, өсімдіктердің денсаулығын бағалауға арналған қашықтықтан зондтау индексі. SAVI өсімдіктердің қалыпқа келтірілген айырмашылық индексіне (NDVI) ұқсас, бірақ топырақтың шағылысуының индекс мәндеріне

әсерін азайту үшін топырақты түзету коэффициентін қолданады.

Есептеу формуласы келесідей (2):

$$SAVI=((NIR -RED)/(NIR+RED+L)) \times (1+L) \quad (2)$$

Мұндағы NIR-жақын инфрақызыл арнасы; RED - қызыл арна;

L – топырақты түзету коэффициенті 0,5.

Топырақты түзету коэффициенті(L) - бұл белгілі бір аумақтағы өсімдік жамылғысының үлесін білдіретін айнымалы. Бұл фактор топырақ түріне және өсімдік тығыздығына байланысты вегетациялық индекстің мәндерін реттеу үшін қолданылады.

SAVI мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. Жоғары мәндер өсімдік жамылғысы мен топырақтың құнарлылығын көрсетеді. Нөл мәні өсімдік жамылғысының жоқтығын көрсетеді, ал теріс мәндер топырақтың шағылыстырғыштығы жоғары және өсімдік жамылғысы төмен аймақтарды көрсетеді.

NDMI әдетте "Нормаланған айырмашылық ылғалдылық индексі" дегенді білдіреді. Бұл спутниктік суреттерді немесе басқа қашықтықтан зондтау деректерін талдау арқылы өсімдіктер мен топырақтағы ылғалдылықты бағалау үшін қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. NDMI судың күйзелісін, құрғақшылық жағдайларын немесе өрт қаупін бағалау үшін қоршаған ортаны бақылау, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы және жерге орналастыру салаларында жиі пайдаланылады.

NDMI электромагниттік сәулеленудің жақын инфрақызыл (NIR) және қысқа толқынды орташа инфрақызыл (SWIR) диапазондарының көмегімен келесі формуламен есептеледі (3):

$$NDMI=(NIR-SWIR)/(NIR+SWIR) \quad (3)$$

мұндағы NIR - жақын инфрақызыл арнасы; SWIR-орташа инфрақызыл арнасы.

NDMI мәндері – 1-ден 1-ге дейін өзгереді. -1-ге неғұрлым жақын болса, өсімдік жамылғысы соғұрлым аз болады. Нөлге жуық өсімдік жамылғысының тығыздығы орташадан төмен, су стрессінің жоғары деңгейі немесе өсімдік жамылғысы аз. 1-ге жақын болса, өсімдік жамылғысының тығыздығы соғұрлым жоғары болады.

NDRE «Нормаланған айырмашылық қызыл жиегі индексі» дегенді білдіреді. Бұл өсімдіктердің денсаулығын және хлорофилл құрамын бағалау үшін қолданылатын қашықтықтан зондтау индексі. Бұл NDVI-ге ұқсас (Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі), бірақ ол қызыл және жақын инфрақызыл (NIR) диапазондар арасында орналасқан "қызыл жиек" деп аталатын басқа спектрлік диапазонды пайдаланады.

Есептеу формуласы келесідей (4):

$$NDRE=(NIR-RedEdge)/(NIR+RedEdge) \quad (4)$$

мұндағы NIR - жақын инфрарнасы арнасы;

RedEdge – қызыл жиек арнасы.

NDRE мәндері -1-ден 1-ге дейін өзгереді. 1-ден 0,2-ге дейінгі индекс мәндері жалаңаш топырақтың емесе дамып келе жатқан мәдениеттікөрсетеді. 0,2-0,6 сау емес өсімдіктің емес піспеген егінді көрсетеді. 0,6-дан 1-ге дейін сау, жетілген, пісетін дақылдарды көрсететін жақсы мәндер.

3.2 Жерді тиімді пайдаланудың ГАЖ технологиялары арқылы талдануы

Заманауи ауыл шаруашылығы ғылым мен технологияның бірлесе жұмыс істеуін талап етеді. Осы тұрғыда геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) жер ресурстарын басқару мен оларды тиімді пайдалану ісінде ерекше рөл атқарады. ГАЖ – кеңістіктік (географиялық) деректерді жинау, сақтау, өңдеу, сараптау және визуализациялау үшін қолданылатын ақпараттық жүйе. Ауыл шаруашылық жерлерін басқаруда бұл технология тиімді шешімдер қабылдауға көмектесетін қуатты құралға айналып отыр.

Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерін зерттеу барысында ГАЖ технологияларын қолдану мынадай міндеттерді шешуге мүмкіндік берді:

1. Жер пайдалану құрылымын талдау: ГАЖ деректері арқылы зерттеу аймағындағы егістік, жайылым, шабындық және тың жатқан жерлердің нақты аумағы мен орналасуын анықтауға мүмкіндік туды. Бұл мәліметтер жер қорын тиімді бөлу және ауыл шаруашылық салалары арасындағы үйлесімділікті сақтау үшін маңызды.

2. Топырақ сапасын картографиялау: ГАЖ арқылы әрбір жер телімінің топырақ құрамына, құнарлылығына, эрозияға бейімділігіне, тұздану деңгейіне қатысты ақпараттар жинақталып, интерактивті карта түрінде ұсынылды. Мұндай карта жерді саралап (дифференциалды) өңдеу, тыңайтқыштарды дәл енгізу, егіс алқаптарын дұрыс жоспарлау үшін қолданылады.

3. Өнімділік карталарын құрастыру: Қашықтықтан зондтау деректерімен біріктірілген ГАЖ жүйесі арқылы өткен жылдардағы егін өнімділігі бойынша кеңістіктік талдау жүргізілді. Бұл шаруашылықтарға қай аумақтың жоғары, қайсысының төмен өнім беретінін бағалауға, соған сай агротехникалық шараларды жоспарлауға мүмкіндік берді.

4. Мелиоративтік жағдайды бағалау: Суармалы егіншілік немесе ылғал жетіспеушілігі байқалатын аймақтар ГАЖ арқылы айқындалып, мелиорацияны қажет ететін телімдер белгіленді. Бұл суды тиімді пайдалану стратегияларын жасауға көмектесті.

5. Жер деградациясын бақылау: ГАЖ арқылы уақытқа байланысты

өзгерістер салыстырылып, эрозияға, шөлейттенуге немесе топырақтың

құнарсыздануына ұшыраған жерлер тіркелді. Бұл – жер мониторингінің маңызды бір бағыты.

6. Шаруашылық шекаралары мен кадастрлық деректермен сәйкестендіру: ГАЖ ауыл шаруашылығы жерлерін нақты тіркеуге, заңды және нақты пайдалану шекараларын салыстыруға, жер қатынастарына қатысты мәліметтерді жүйелеуге мүмкіндік береді.

Ақмола облысында ГАЖ технологияларын енгізу нәтижесінде бірқатар нақты жетістіктерге қол жеткізілді. Мәселен, жерді пайдаланудың тиімділігі артты, ресурстар (тыңайтқыш, су, техника) үнемделе бастады, ал өнімділік көрсеткіштері жыл сайын тұрақты өсім көрсетті. Сонымен қатар, ГАЖ технологиялары негізінде қабылданған басқарушылық шешімдер дер кезінде және дәлелді бола түсті.

Қорытындылай келе, ГАЖ – ауыл шаруашылық жерлерін ұтымды пайдалану мен тиімді жоспарлаудың ажырамас бөлігіне айналған құрал. Ол тек кеңістіктік талдау жасап қана қоймай, өндірістік үдерістерді оңтайландырып, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге де ықпал етеді.

Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерін зерттеу барысында қашықтықтан зондтау (ҚЗ) мен геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) технологияларын кешенді түрде қолдану арқылы ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлердің жағдайы жан-жақты бағаланып, нақты нәтижелер алынған болатын. Бұл әдістердің артықшылығы – ауқымды жерлерді қысқа мерзімде қамту, дәл әрі көрнекі мәліметтер беру, уақыт бойынша салыстыру жасау мүмкіндігі.

Зерттеу нәтижелері:

1. Өсімдік жамылғысының жағдайы: NDVI индексі негізінде алынған деректер бойынша зерттелген аудандарда өсімдіктердің вегетациялық белсенділігі біркелкі емес екені анықталды. Аршалы аудананында өсімдік жамылғысы орташа көрсеткіш тіркелді. Бұл – топырақ құнарлылығының төмендеуі мен су тапшылығының ықпалынан болған.

2. Топырақтың эрозиялық жай-күйі: ГАЖ арқылы құрылған карталарда жел және су эрозиясына ұшыраған аумақтар нақты белгіленді. Жер бедері еңісті аймақтарда эрозия процесі белсенді жүруде. Бұл жерлерде топырақ жамылғысы жұқарған және гумус қабаты айтарлықтай азайған.

3. Ылғалмен қамтылу көрсеткіші: ЖҚЗ деректері топырақтағы ылғал деңгейінің әртүрлілігіне назар аударуға мүмкіндік берді. Кейбір алқаптарда ылғал жеткіліксіздігі байқалған, бұл дақылдардың дамуына кері әсер еткен.

4. Жер пайдаланудың тиімділігі: ГАЖ базасында жасалған талдау игерілмей жатқан, бірақ ауыл шаруашылық мақсатында пайдалануға болатын жерлердің үлесін көрсетті. Бұл мәліметтер шаруашылықтар үшін егістік көлемін арттыру резервін нақты анықтауға көмектеседі.

5. Шекаралық сәйкессіздіктер: Қолданыстағы жер пайдалану карталары мен нақты спутниктік деректер арасындағы айырмашылықтар бірнеше аумақта тіркелді. Бұл кейбір жер телімдерінің заңсыз пайдаланылып жатқанын немесе құжат бойынша көрсетілген көлемдерге сәйкес келмейтінін

көрсетті.

Ұсыныстар:

1. Жерді саралап басқару жүйесін енгізу: Алынған ГАЖ және ЖҚЗ деректері негізінде шаруашылық ішілік аймақтандыру жүргізіп, әр телімге жеке агротехникалық тәсілдер қолдануды ұсынуға болады.

2. Эрозияға қарсы шараларды күшейту: Еңісті жерлерде топырақты қорғау технологияларын (топырақ өңдеуді азайту, қорғауыш егістер енгізу) қолдану қажет.

3. Агрохимиялық талдауды ЖҚЗ-мен ұштастыру: Қашықтықтан алынған деректерді топырақ үлгілерімен салыстырып, нақты тыңайтқыш мөлшерін анықтау және артық шығынның алдын алу тиімді болады.

4. Су ресурстарын басқаруды оңтайландыру: Ылғал тапшылығы тіркелген аумақтарда тамшылатып немесе жаңбырлатып суару жүйелерін енгізу ұсынылады.

5. Цифрлық кадастрмен сәйкестендіру: Барлық жер телімдерін ҚЗ деректерімен салыстыра отырып, жер ресурстарын нақты тіркеу және заңды пайдалануды қамтамасыз ету қажет.

6. Оқу мен біліктілікті арттыру: Шаруашылық басшылары, агрономдар, жерге орналастыру және кадастр мамандары үшін ГАЖ және ЖҚЗ технологияларын қолдану бойынша арнайы оқыту курстарын ұйымдастыру керек.

Қорыта айтқанда, Ақмола облысының ауыл шаруашылық жерлерін ЖҚЗ және ГАЖ арқылы зерттеу бұл әдістердің жоғары тиімділігін дәлелдеді. Олар тек ақпарат жинауға ғана емес, нақты басқарушылық шешімдер қабылдауға да мүмкіндік береді. Мұндай технологияларды кең көлемде енгізу өңірдің ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға және жер ресурстарын ұтымды пайдалануға жағдай жасайды. Қашықтықтан зондтау саласындағы зерттеулер спутниктік суреттерге негізделген. Ғарыштық суреттерді USGS Earth Explorer, Copernicus Open Access Hub, Sentinel Hub сайттардан алуға болады. Бұл платформалардың әрқайсысы спутниктік суреттерді іздеу және жүктеу үшін өз мүмкіндіктерін ұсынады. Олардың кейбіреулері тіркелуді талап етеді, бірақ деректерге қол жеткізу тегін.

3.3 2014–2024 жылдар аралығындағы Аршалы ауданының ауыл шаруашылығы жерлеріне қатысты NDVI, SAVI, NDRE, NDMI индекстері негізінде вегетациялық жағдайды бағалау жұмыстардың қорытынды нәтижесі

Бұл дипломдық жұмыста талдау үшін пайдаланылған суреттер 6-суретте көрсетілгендей Copernicus Open Access Hub сайтынан алынды [16].

Copernicus Open Access Hub - Еуропалық Одақтың жерді бақылау деректеріне тегін және ашық қол жеткізуді қамтамасыз ететін платформасы. Copernicus спутниктік деректер мен басқа да бақылау көздері арқылы экологиялық және әлеуметтік мәселелер бойынша жан-жақты және сенімді ақпаратты ұсынуға арналған. Платформа пайдаланушыларға Copernicus бағдарламасының бөлігі болып табылатын Sentinel спутниктерінен

деректерді

іздеуге, көруге және жүктеп алуға мүмкіндік береді.

Индекстерді есептеу үшін Sentinel-2 сериясының суреттері ең қолайлы болып көрінді. Ақмола облысын Аршалы ауданы маңындағы ауыл шаруашылығы алқаптары бар аумақтың (бірінші сурет 28.06.2022 ж., екінші сурет 28.06.2023ж., үшінші сурет 03.06.2024) үш кезеңін таңдадым.

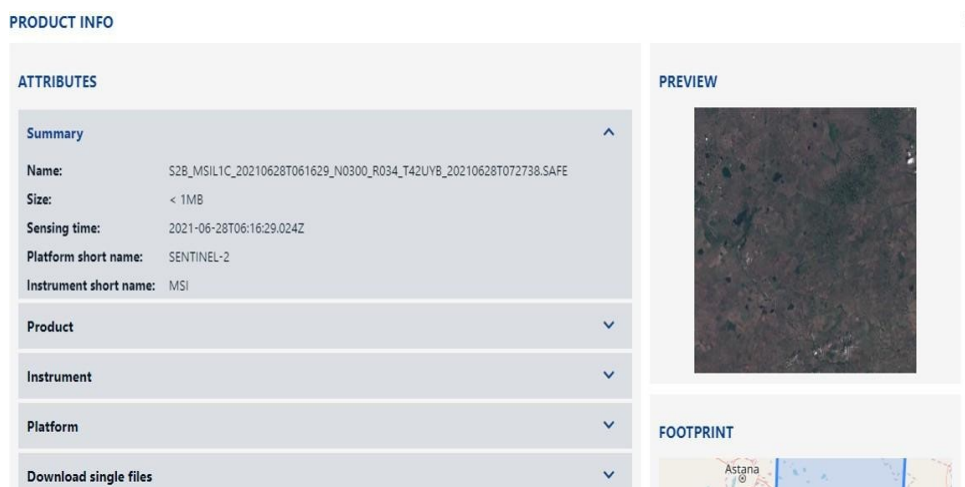


Сурет 6 – Copernicus Open Access Hub сайты

Индекстерді есептеу және карталарды жасау үшін қажет барлық суреттер ArcGIS Pro бағдарламасына импортталды.

Бұлттармен немесе басқа да бұрмаланулармен жарықтандырылмаған қолайлы суреттерді таңдадым. Суретті басу арқылы ғарыштық сурет туралы толық ақпарат аламын. 7, 8 және 9 - суреттерде ғарыштық түсірілім туралы ақпарат бар және Аршалы ауданында орналасқан зерттелетін ауыл шаруашылығы учаскесінің аумағы көрсетілген.

Сайттан жүктеліп бағдарламаға импортталған суреттер келесідей:



Сурет 7 –Аршалы ауданы маңындағы ауылшаруашылығы алқаптар бар аумақтың 28.06.2023 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті



Сурет 8 –Аршалы ауданы маңындағы ауылшаруашылығы алқаптары бар аумақтың 03.06.2023 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті



Сурет 9 –Аршалы ауданы маңындағы ауылшаруашылығы алқаптары бар аумақтың 28.06.2024 ж. түсірілген Sentinel-2 суреті

Бұл практикалық жұмыста қашықтықтан зондтау (ҚЗ) технологияларын қолдану арқылы Ақмола облысы, Аршалы ауданы аумағындағы ауыл шаруашылығы жерлерінің жағдайына баға беру мақсат етіледі. Зерттеу кезеңі – 2014–2024 жылдар. Зерттеу үшін Copernicus бағдарламасынан Sentinel-2 және Landsat спутниктерінен алынған деректер ArcGIS Pro бағдарламаларында өңделді. Талдау барысында төрт негізгі индекс есептелді: NDVI, SAVI, NDRE және NDMI.

Деректер спутниктік суреттер негізінде талданды. Материалдар Copernicus деректер қорынан (<https://dataspace.copernicus.eu>) жүктелді. 2014 жылы Sentinel-2 спутнигінің деректері болмағандықтан, сол кезең үшін Landsat-8 спутнигінің материалдары пайдаланылды.

Географиялық қамту аймағы ретінде "Arshaly, Kazakhstan" мекені таңдалып, картадан нақты координаттар белгіленді. Зерттеу жаз мезгілін (маусым–шілде–тамыз) қамтиды.

Суреттерді іріктеу кезінде келесі сүзгілер қолданылды:

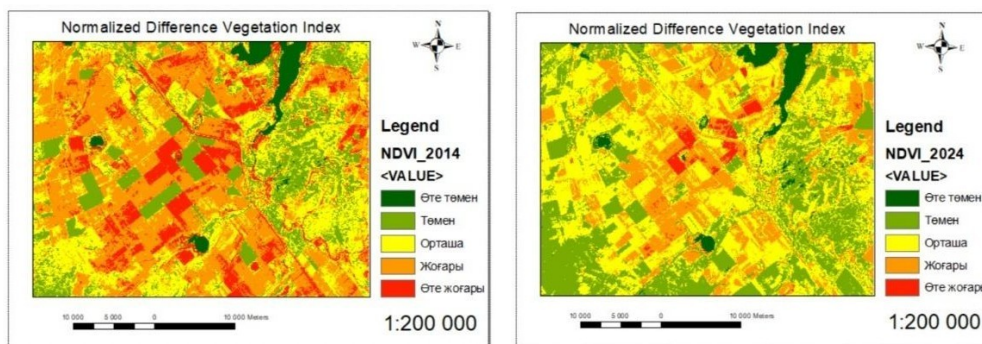
Сүзгілер:

- Бұлттылық: $\leq 20\%$
- Уақыт аралығы: 01.06.2014 – 31.08.2024
- Өнім түрі: Sentinel-2 L2A (атмосфералық түзетілген), Landsat 8 Collection 2 Level-2

Анализ ArcGIS Pro бағдарламасы арқылы жүргізілді. Растрлық есептеулер Raster Calculator құралында жасалды. Нәтижелер .tif форматында сақталып, әр жылға төрт картадан дайындалды. Жалпы есеппен 40 карта құрылды.

Зерттеу барысында келесі индекстер есептелді:

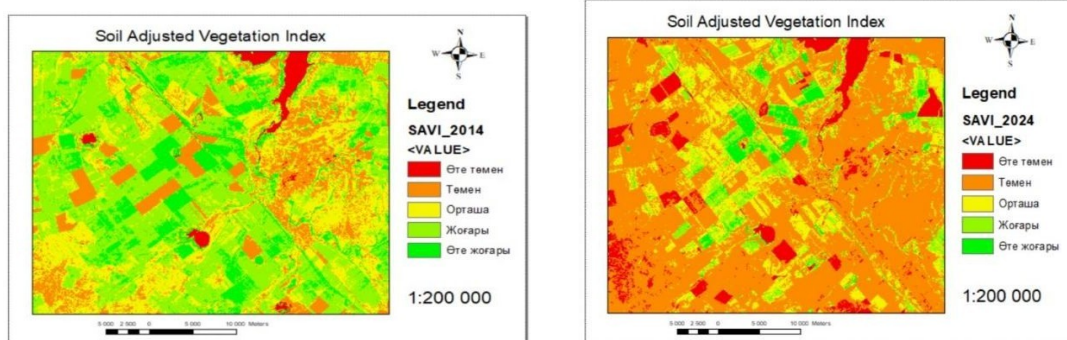
- $NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$ – өсімдіктердің жасыл биомассасын көрсетеді.



Сурет 10 – 2014 және 2024 жылғы NDVI көрсеткішінің нәтижесі

2014 жылы NDVI орташа мәні 0.22 болса, 2024 жылы бұл көрсеткіш 0.31-ге дейін өсті. Яғни, өсімдіктердің вегетациялық жағдайы жақсарып, 9 жыл ішінде көрсеткіш 41%-ға артты. Ең төмен мәндер 2014–2015 жылдары байқалды, бұл кезеңдегі көрсеткіштер құрғақшылық немесе өнімділіктің төмен болуына байланысты болуы мүмкін. Жалпы алғанда, өсімдік жамылғысы қалпына келіп, ауылшаруашылық жерлердің өнімділігі артқаны байқалады.

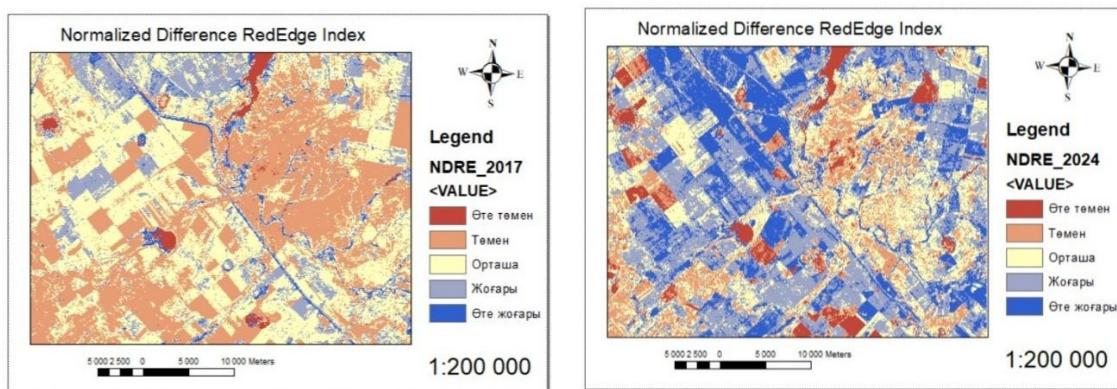
- $SAVI = ((B8 - B4) / (B8 + B4 + 0.5)) \times 1.5$ – топырақтың әсерін ескеретін вегетациялық индекс.



Сурет 11 – 2014 және 2024 жылғы SAVI көрсеткішінің нәтижесі

SAVI индексі 2014 жылы 0.15 болса, 2024 жылы 0.25-ке дейін өсті. Бұл – 66% өсім. SAVI индексі топырақтың әсерін ескеретіндіктен, оның өсуі топырақ жағдайының жақсарғанын және ауыл шаруашылығында қолданылған агротехникалық шаралардың тиімді болғанын көрсетеді. Әсіресе бұл көрсеткіш құрғақ жерлерде өсімдіктердің жағдайын анықтауда тиімді.

- $NDRE = (B8 - B5) / (B8 + B5)$ – фотосинтез белсенділігі мен хлорофилл мөлшерін сипаттайды.

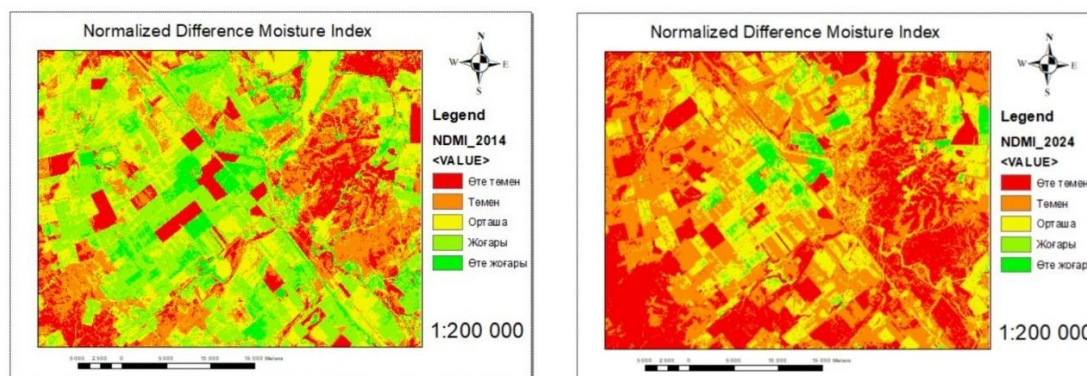


Сурет 12 – 2017 және 2024 жылғы NDRE көрсеткішінің нәтижесі

NDRE индексі 2015–2017 жылдары салыстырмалы түрде төмен деңгейде

болды, ал 2020 жылдан кейін өсімдіктердің фотосинтез белсенділігі артқаны байқалады. 2014 жылы NDRE мәні 0.18 болса, 2024 жылы 0.30-ға жетіп, 66,6% өсім көрсетті. Бұл өсімдіктердегі хлорофилл мөлшерінің артқанын, олардың физиологиялық жағдайының жақсарғанын және ауылшаруашылық дақылдарының денсаулығы оң нәтижелер көрсетіп жатқанын білдіреді.

- $NDMI = (B8 - B11) / (B8 + B11)$ – өсімдіктердің ылғалдылығын бағалайды.



Сурет 13 – 2014 және 2024 жылғы NDRE көрсеткішінің нәтижесі

NDMI көрсеткіші бойынша 2018 және 2021 жылдары төмен мәндер тіркеліп, бұл кезеңдерде ылғал тапшылығы болғаны байқалды. Ал 2022–2024 жылдары индекс жоғарылап, жауын-шашын мен су режимі тұрақталған. 2014 жылы NDMI мәні 0.24 болса, 2024 жылы 0.36-ға жетті – бұл 50% өсімді білдіреді. Мұндай өзгеріс топырақ ылғалдылығының артуымен, суармалы жерлер көлемінің кеңеюімен немесе жауын-шашын мөлшерінің көбейгенімен түсіндіріледі.

Кесте – 6 Жылдық индекстер кестесі:

Жыл	NDVI	SAVI	NDRE	NDMI
2014	0.22	0.15	0.18	0.24
2015	0.25	0.18	0.21	0.28
2016	0.26	0.19	0.23	0.30
2017	0.27	0.20	0.24	0.29
2018	0.28	0.21	0.25	0.26
2019	0.29	0.22	0.26	0.30
2020	0.30	0.23	0.27	0.32
2021	0.28	0.21	0.25	0.27
2022	0.30	0.24	0.28	0.33
2023	0.30	0.24	0.29	0.34
2024	0.31	0.25	0.30	0.36

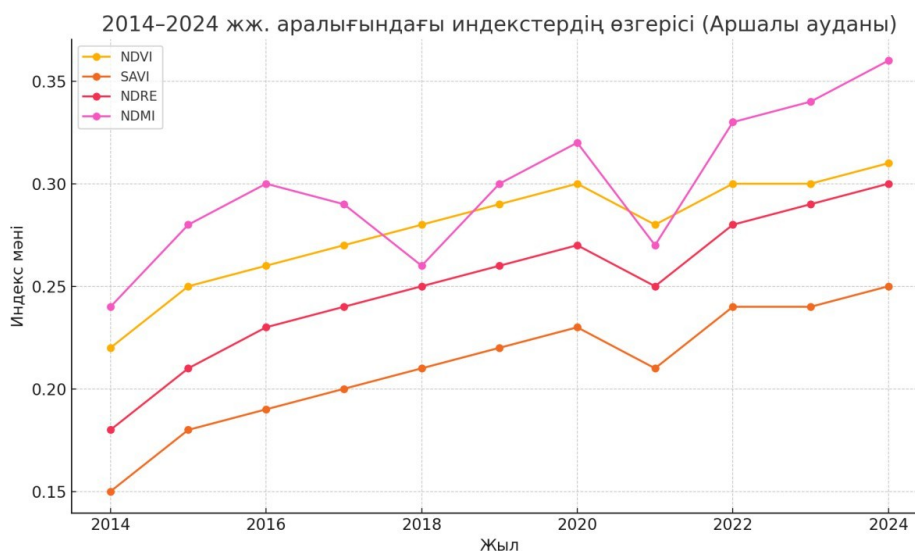
2015 жылы 0.25, 2016 жылы 0.26, 2017 жылы 0.27 NDVI индексі бойынша көрсеткіш тұрақты өсуді көрсетеді – жыл сайын 0.01-ге артады. Бұл зерттелетін аумақта өсімдік жамылғысының біртіндеп жақсаруын және жасыл биомассаның ұлғаюын көрсетеді. 0.2-ден жоғары мәндер сау өсімдіктердің болуын көрсетеді, сондықтан мұндай деректер экожүйенің оң дамуын көрсетеді (Б қосымшасының 1 суреті). 2018 жылы – 0.28, 2019 жылы – 0.29, 2020 жылы – 0.30 NDVI индексі тұрақты түрде өсіп отыр – жыл сайын 0.01-ге артады. Бұл өсімдіктер жамылғысының жақсарып жатқанын және жасыл биомассаның артып жатқанын көрсетеді. 0.30 шамасындағы мәндер – сау және тығыз өсімдіктер қабатының бар екенін білдіреді (Б қосымшасының 2 суреті).

2021 жылы – 0.30, 2022 жылы – 0.30, 2023 жылы – 0.30 NDVI үш жыл қатарынан бір деңгейде сақталды. Бұл өсімдіктер жамылғысының тұрақты және орнықты күйге жеткенін көрсетеді. Биік тұрақты мән – экологиялық жағынан жақсы жағдайдың белгісі (Б қосымшасының 3 суреті).

2015 жылы – 0.18, 2016 жылы – 0.19, 2017 жылы – 0.20 SAVI индексі жылына 0.01-де тұрақты өсуді көрсетеді. Бұл өсімдік жамылғысының тығыздығының жоғарылауын және спектрлік өлшеулердегі топырақ әсерінің төмендеуін көрсетеді. Мұндай мәндер өсімдіктердің белсенді қалпына келуін және жердің жағдайын жақсартуды көрсетеді (Б қосымшасының 4 суреті). 2018 жылы 0.21, 2019 жылы – 0.22, 2020 жылы – 0.23 SAVI индексі де тұрақты өсімді көрсетуде. Бұл өсімдік жамылғысының тығыздалып жатқанын және топырақтың әсері азайғанын білдіреді. Мұндай өсу – жер жамылғысының жақсаруын білдіреді (Б қосымшасының 5 суреті). 2021 жылы – 0.23, 2022 жылы – 0.24, 2023 жылы – 0.24 SAVI аздап өсіп, кейін тұрақталады. Бұл өсімдік тығыздығының тұрақты деңгейде сақталғанын және экожүйенің жақсы күйде екенін көрсетеді (Б қосымшасының 6 суреті).

2018 жылы – 0.25, 2019 жылы – 0.26, 2020 жылы – 0.27 NDRE индексінің өсуі жапырақтардағы хлорофилл мөлшерінің артқанын көрсетеді. Бұл өсімдіктердің физиологиялық жағдайы жақсы, фотосинтез белсенді жүріп жатқанын білдіреді (Б қосымшасының 7 суреті). 2021 жылы – 0.28, 2022 жылы – 0.28, 2023 жылы – 0.29 NDRE көрсеткіші де тұрақтылықты көрсетіп отыр, 2023 жылы аздап өскен. Бұл өсімдіктердің физиологиялық жағдайы қалыпты екенін білдіреді, фотосинтез процесі жақсы жүріп жатыр (Б қосымшасының 8 суреті).

2015 жылы – 0.28, 2016 жылы – 0.30, 2017 жылы – 0.29 NDMI индексі алдымен жоғарылайды, бірақ 2017 жылы аздап төмендейді. Бұл 2016 жылы ылғалмен қамтамасыз етудің жақсарғанын, содан кейін 2017 жылы ылғал жағдайының аздап нашарлағанын көрсетуі мүмкін. Дегенмен, мәндер жеткілікті жоғары болып қалады, бұл бүкіл кезең ішінде өсімдіктердегі ылғалдылықтың жеткілікті деңгейін көрсетеді (Б қосымшасының 9 суреті). 2018 жылы – 0.26, 2019 жылы – 0.30, 2020 жылы – 0.32 NDMI индексі айтарлықтай өсті. Әсіресе 2019 жылы – бұл өсімдіктердің ылғалмен жақсы қамтылғанын көрсетеді. 0.32 мәні өте қолайлы су режимін білдіреді (Б қосымшасының 10 суреті). 2021 жылы – 0.33, 2022 жылы – 0.34, 2023 жылы – 0.34 NDMI индексі де жоғары және тұрақты деңгейде, бұл өсімдіктерге ылғалдың жеткілікті екенін көрсетеді. Мұндай жағдай өсімдіктердің қалыпты өсуіне қолайлы (Б қосымшасының 11 суреті).



Сурет 14 – 2014–2024 жылдар аралығындағы NDVI, SAVI, NDRE және NDMI көрсеткіштерінің өзгерісі

Графиктен келесі тенденциялар байқалады:

1. NDVI (өсімдік жамылғысының қарқындылығы): тұрақты өсу байқалады, бұл ауылшаруашылық жерлерінің өнімділігінің артқанын көрсетеді.
2. SAVI (топырақ әсерін ескеретін индекс): өсімдіктің тығыздығы мен жағдайының біртіндеп жақсарғанын білдіреді.
3. NDRE (хлорофилл деңгейін сипаттайды): өсімдіктердің физиологиялық жағдайының жақсарғанын көрсетеді.
4. NDMI (ылғалдылық көрсеткіші): топырақ және өсімдік ылғалдылығы 2020 жылдан бастап едәуір артқан.

Бұл зерттеу ауыл шаруашылығындағы сандық мониторингтің маңыздылығын көрсетіп, дәл егіншілікке көшуге бағыт береді. Барлық көрсеткіштерді есептеу "RasterCalculator" құралының көмегімен жүзеге асырылады. Raster Calculator (немесе растрлық калькулятор) – бұл растрлық мәліметтерде математикалық операцияларды орындау үшін географиялық ақпараттық жүйелерде (ГАЗ) жиі қолданылатын құрал. Растрлық деректер ұяшықтардан (пиксельдерден) тұрады, олардың әрқайсысы белгілі бір мәнге ие, мысалы, биіктікті, температураны, өсімдік тығыздығын немесе басқа өлшенетін сипаттаманы білдіреді.

Қорытынды, жалпы алғанда, Аршалы ауданында 2014–2024 жылдар аралығында ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің экологиялық және вегетациялық жағдайы біршама жақсарғаны байқалады. Бұл қашықтықтан зондтау мен ГАЗ технологияларын қолданудың нәтижелігін дәлелдейді. NDVI мен NDMI индексінің артуы өңірдегі өсімдіктердің белсенділігі мен ылғалдылық жағдайының жақсарғанын көрсетеді. SAVI мен NDRE көрсеткіштері топырақтың қалпына келуі мен агротехникалық шаралардың тиімділігін дәлелдейді.



Сурет 15 – Қабаттың параметрлері

Вегетациялық индексті есептегеннен кейін әртүрлі индекс мәндері бар аймақтарды бөлектеу үшін визуализацияны реттеуге болады. Ол үшін градиенттік түстер палитрасын немесе деректерді топтарға жіктеуді қолдануға болады. Параметрлер мен түс диапазонын реттеу үшін вегетациялық индекс қабатында “Symbology”-ға кіреміз, класстардың қажетті санын, түс гаммасы мен мәндер диапазонын құрамыз. 15-суретте қабаттың параметрлері туралы ақпаратты көруге болады. 2014 – 2024 жылдардағы көрсетілген қызығушылық аймақтың индекстерді есептеу нәтижелері бар қалған суреттер Б қосымшасында тіркелген.

Топырақ құнарлылығының өзгеруін салыстырмалы талдау уақыт өте келе немесе әртүрлі факторларға ұшыраған кезде топырақ құнарлылығының күйінің қалай өзгередінін бағалауға бағытталған зерттеу болып табылады. Мұндай талдау агротехникалық тәжірибелердің тиімділігін анықтауға, ауылшаруашылық жүйелерінің тұрақтылығын бақылауға, топырақтың деградациясын анықтауға немесе климаттың өзгеруінің ауылшаруашылығына әсерін бағалауға пайдалы болуы мүмкін. Осы дипломдық жұмыста жерді қашықтықтан зондау деректері мен ГАЗ технологиясының әдістерін талдау зерттелетін Ақмола облысындағы қызығушылық аймағындағы индекстер есептеу нәтижесі максималды мәндерін анықтауға мүмкіндік берді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыс аясында қашықтықтан зондтау (ҚЗ) деректері мен геоақпараттық жүйе (ГАЖ) технологияларын қолдана отырып, Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерін тиімді пайдалану мүмкіндіктері қарастырылды. Зерттеу нысаны ретінде облыс аумағындағы ауылшаруашылық алқаптары, нақтырақ айтқанда Аршалы ауданы таңдалып, жер ресурстарының жай-күйі мен пайдалану тиімділігі бағаланды.

Зерттеу барысында өңірдің физикалық-географиялық сипаттамалары, топырақ жамылғысы, ауылшаруашылық жерлерінің құрылымы мен игерілу деңгейі зерделенді. Қашықтықтан зондтау деректері ретінде Sentinel-2 спутнигінің 2014 – 2024 жылдар аралығында түсірілген бейнелері қолданылды. Спутниктік суреттер Copernicus Open Access Hub платформасы арқылы таңдалып, бұлттылық деңгейі ең төмен (неғұрлым ашық ауа райында түсірілген) және вегетациялық белсенділік кезеңі шегінде алынған материалдар іріктелді.

ГАЖ негізінде алынған мәліметтерді өңдеу барысында ауылшаруашылық алқаптарындағы өсімдіктер жамылғысы мен топырақтың жай-күйін сипаттайтын вегетациялық индекстер: NDVI, SAVI, NDMI және NDRE есептелді. Алынған нәтижелер өсімдік жамылғысының кеңістіктік және уақыттық динамикасын, сондай-ақ топырақ құнарлылығының өзгерістерін нақты көрсетуге мүмкіндік берді.

2014 жылғы спутниктік бейнелер мен индекстер нәтижелері 2024 жылғы мәліметтермен салыстырғанда өсімдіктердің даму деңгейі мен жасыл масса тығыздығының жоғары болғанын көрсетті. Мұндай өзгерістер табиғи (климаттық жағдайлар, жауын-шашын көлемі, рельеф, экожүйелік ерекшеліктер) және антропогендік (ауылшаруашылық жүктеме, тыңайтқыштарды пайдалану, жер өңдеу тәсілдері, техногендік факторлар) факторлардың ықпалымен түсіндіріледі.

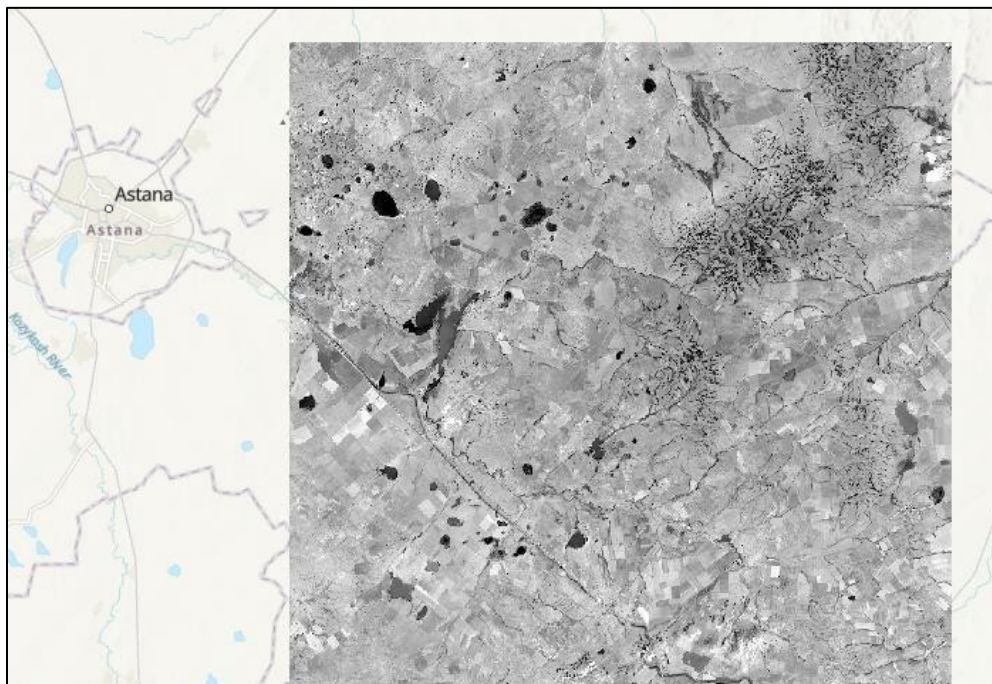
Жүргізілген зерттеулер вегетациялық индекстерді қолдану ауылшаруашылық алқаптарының жағдайын жедел әрі сандық тұрғыда бағалауға, өзгерістерді бақылауға және агротехникалық шешімдер қабылдауға нақты негіз бола алатынын көрсетті. Бұл тәсіл жерді пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған стратегиялық жоспарлау құралы ретінде ұсынылады.

Қашықтықтан зондтау және ГАЖ технологияларын кешенді қолдану ауылшаруашылық өндірісінің экологиялық және экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуге, өнімділікті арттыруға, жердің тозуын болдырмауға және құнарлылығы төмен аймақтарды тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

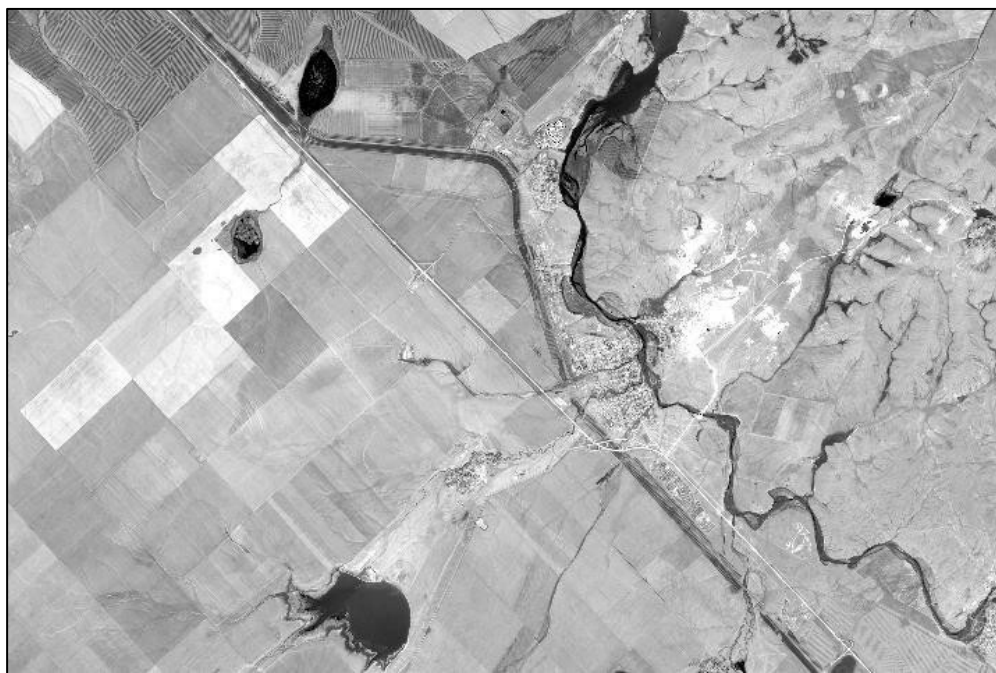
Дипломдық жұмыстың нәтижелері Ақмола облысы ауылшаруашылық жерлерін тиімді пайдалану мен олардың өнімділігін арттыруға бағытталған нақты ғылыми-тәжірибелік ұсыныстар әзірлеуге негіз бола алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

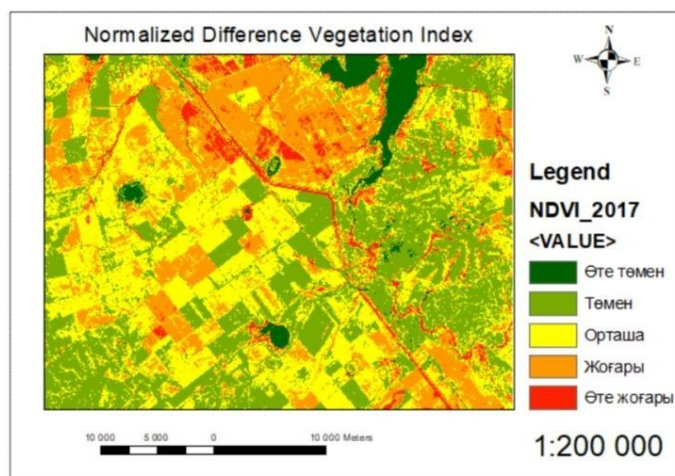
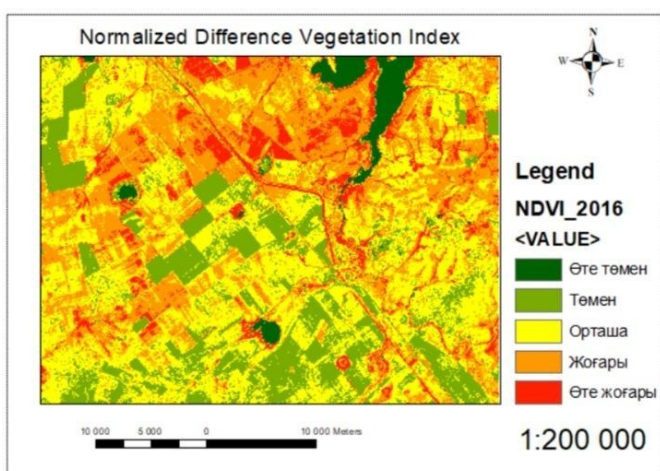
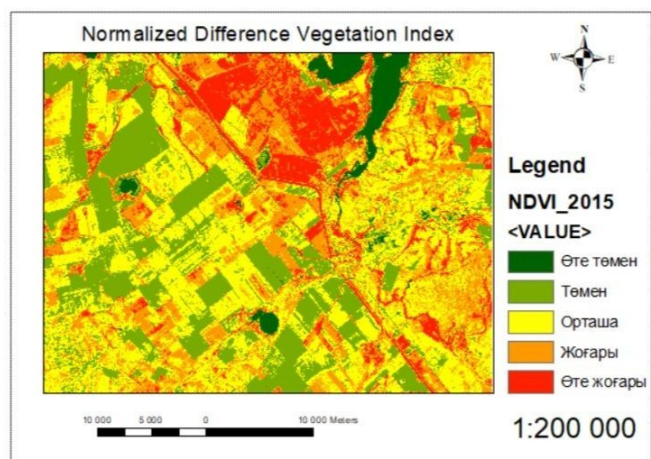
- 1 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т. 3 / под ред. Медеу А.Р. – 2-е изд. – Алматы, 2010. – С. 366–367. <https://elib.kaznu.kz>.
- 2 Қазақстан Республикасы Ақмола облысы әкімдігінің ресми сайты. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aqmola>.
- 3 Қазақстан Республикасы стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің ұлттық статистика бюросы. <https://stat.gov.kz/region/aqmola>.
- 4 2022 жылға арналған қоршаған ортаның жай-күйі туралы және Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын пайдалану туралы ұлттық баяндама. – Астана, 2023. <https://ecogofond.kz/kz>.
- 5 Мониторинг земель в Республике Казахстан (состояние и перспективы развития) / под ред. Оспанова Б.С., Дюсенбекова З.Д. – Астана: ГосНПЦзем, 2001. – 104 с. Спектор М.Д. Оценка использования земельных ресурсов. – Астана, 2016. – С. 264–273.
- 6 Ерохина О.Г., Кусаинова М.М., Соколов А.А., Пачикин К.М. Почвы Казахстана. Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 316–361.
- 7 Редков В.В. Почвы Целиноградской области. – Алма-Ата, 1964. – С. 32. <https://search.rsl.ru/ru/record/01000806110>.
- 8 Қоршаған ортаның жай-күйі туралы ай сайынғы ақпараттық бюллетень.
- 9 Программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005 – 2015 годы: утв. 24 января 2005 года. www.unccd.int/ActionProgrammes/kazakhstan-rus2005.pdf.
- 10 Чупина И.П., Зарубина Е.В., Симачкова Н.Н., Журавлева Л.А., Фатеева Н.Б. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения: проблемы и перспективы совершенствования. – Екатеринбург, 2023. – С.
- 11 Акбасов А.Ж., Саинова Г.А. Почвоведение. – Алматы, 2006. – С. 23–30.
- 12 "Natural Resources Conservation Service" ресми сайты.
- 13 Белим С.В., Бречка Д.М., Горбунова Т.А., Ларионов И.Б., Шмидт И.В. Интеллектуальная геоинформационная система археологических объектов. – Омск, 2016. – С. 119–126.
- 14 "Совзонд" геоақпараттық порталы. <https://sovzond.ru/products/spatial-data/satellites>.
- 15 Өсімдік индекстерінің негіздері // "Hiphen" ресми сайты. <https://www.hiphen-plant.com/vegetation-index>.
- 16 "Copernicus Open Access Hub" ресми сайты. <https://scihub.copernicus.eu>.
- 17 Әлімхан Б., Еркін А. Қазақстандағы ауыл шаруашылығы жерлерін цифрлық бақылау жүйесі. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. – 112 б.



А. 1 сурет–Ақмола облысы аумағының суретін шолу

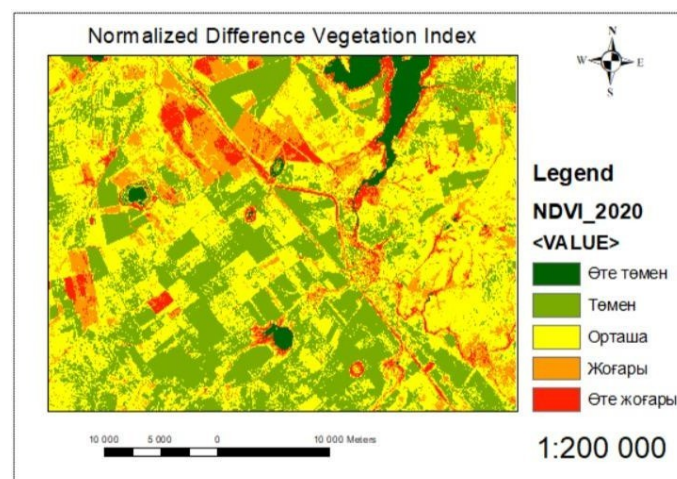
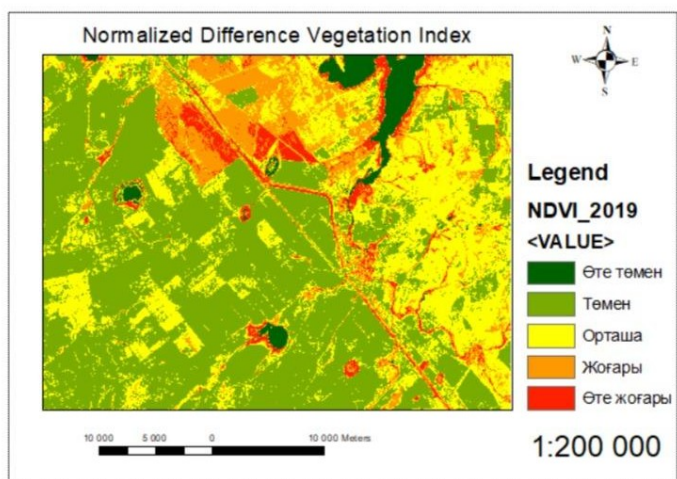
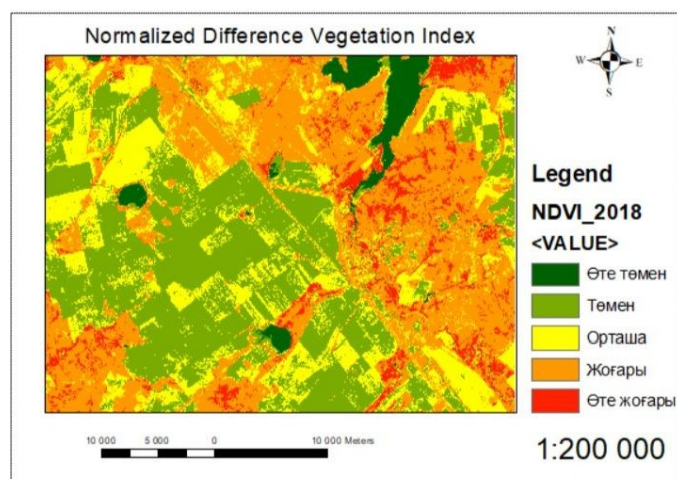


А. 2 сурет–Ақмола облысындағы қызығушылық аймағына шолу



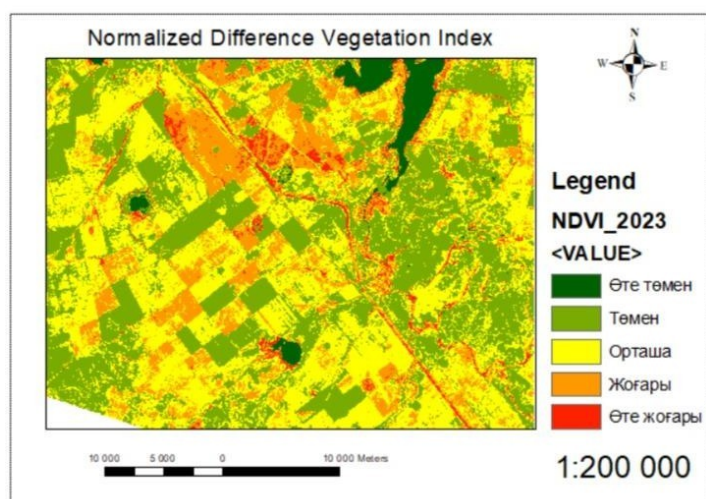
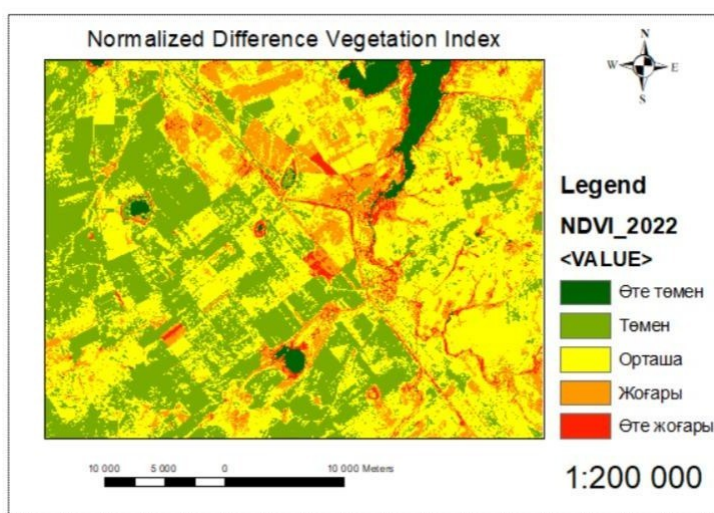
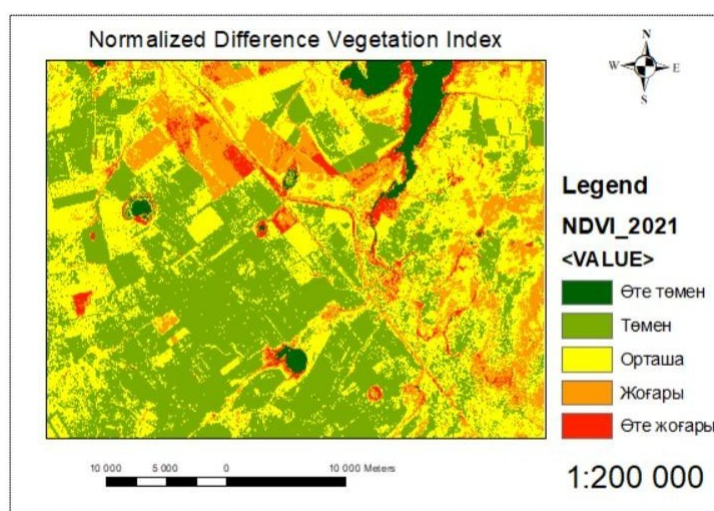
Б. 1 сурет – 2015 – 2017 жж. NDVI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



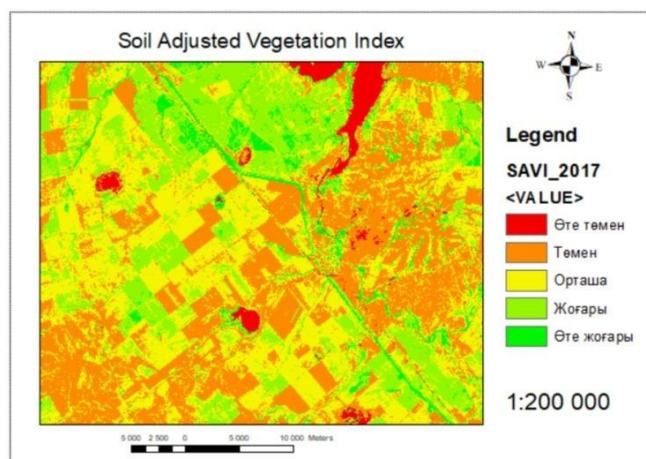
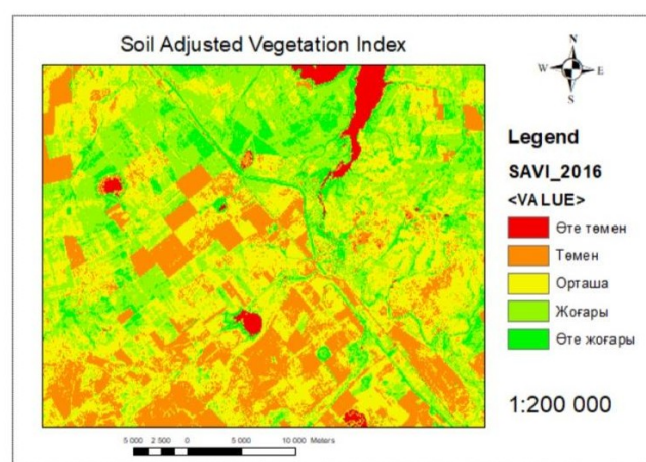
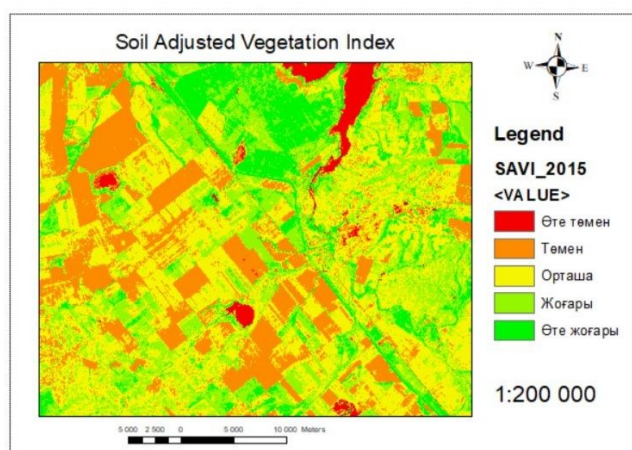
Б. 2 сурет – 2018 – 2020 жж. NDVI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



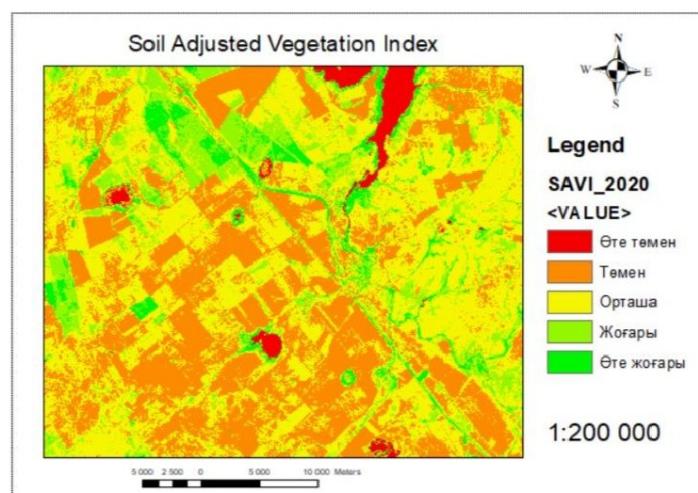
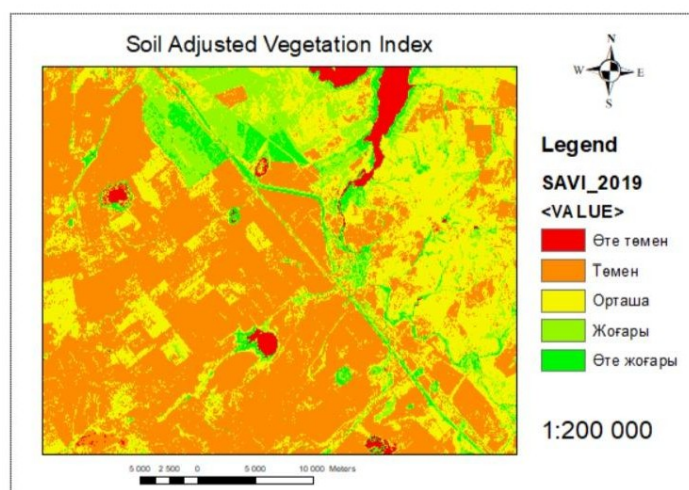
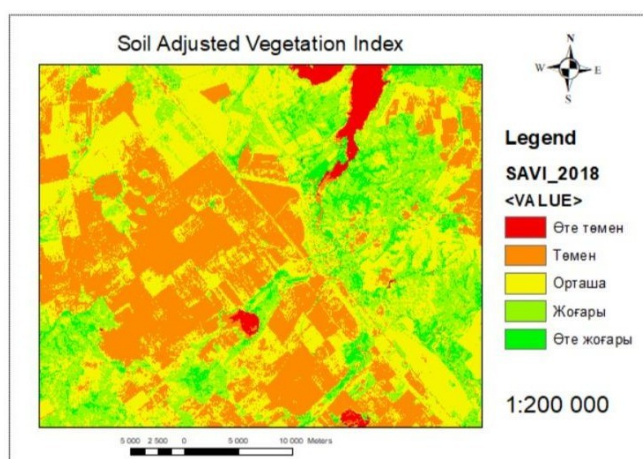
Б. 3 сурет – 2021 – 2023 жж. NDVI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



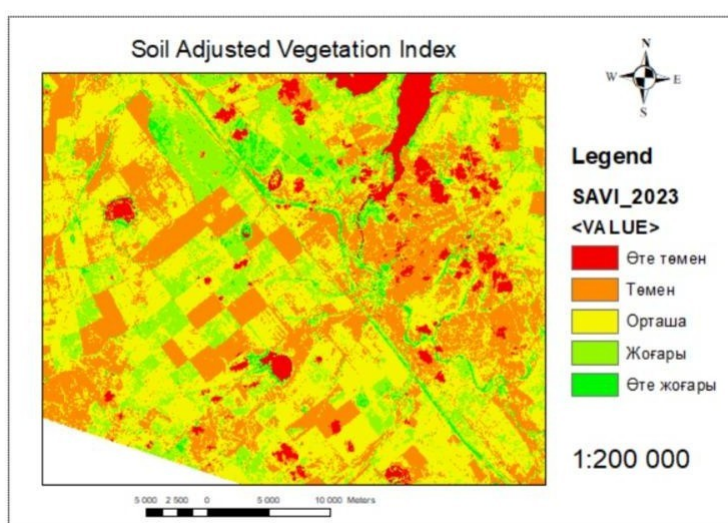
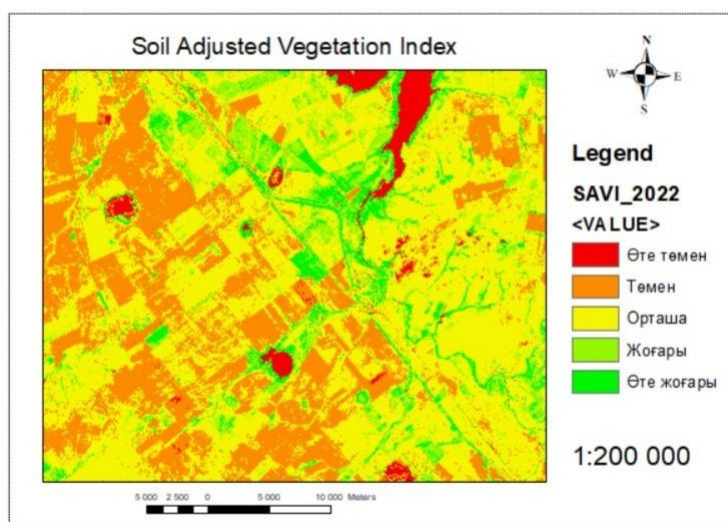
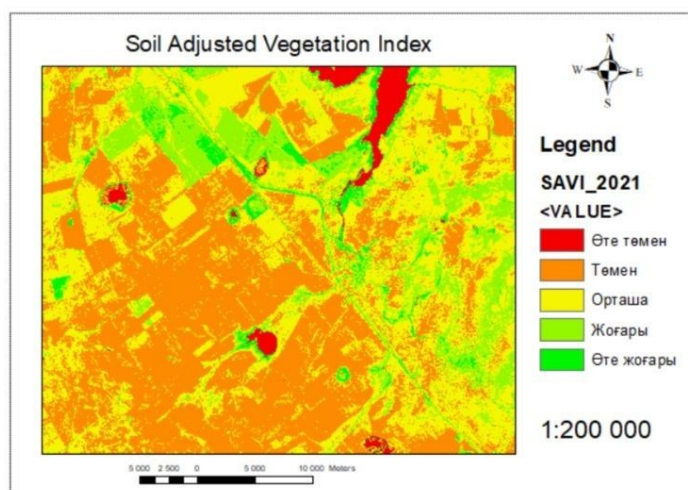
Б. 4 сурет – 2015-2017 жж. SAVI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



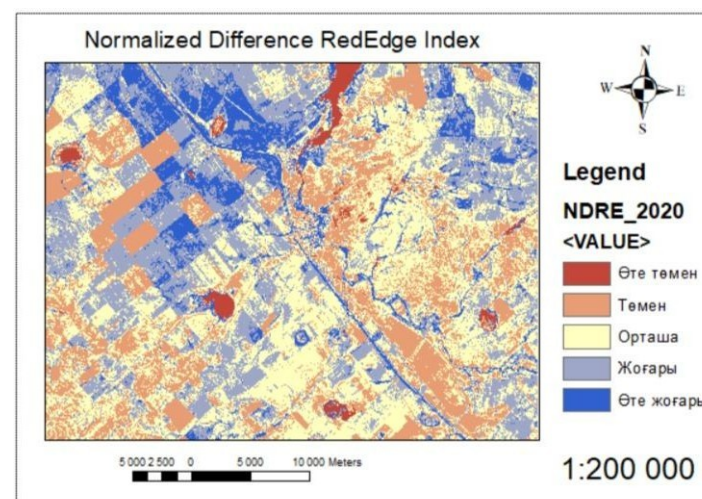
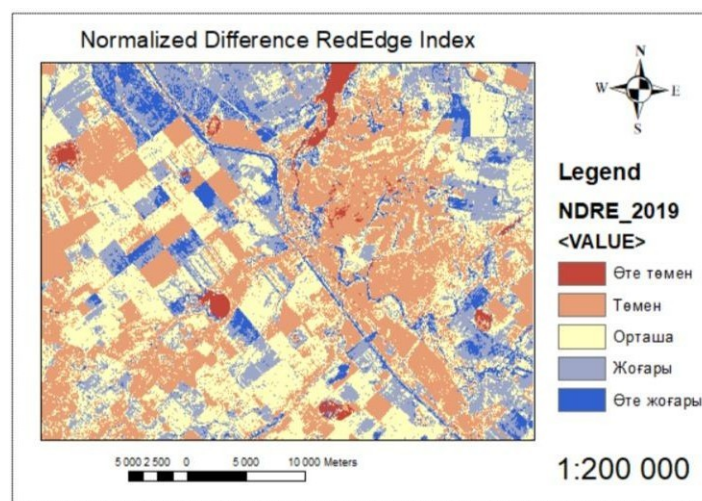
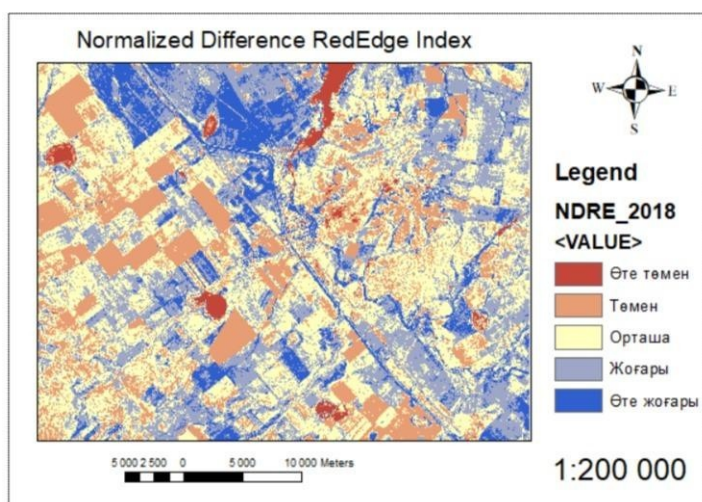
Б. 5 сурет – 2018-2020 жж. SAVI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы

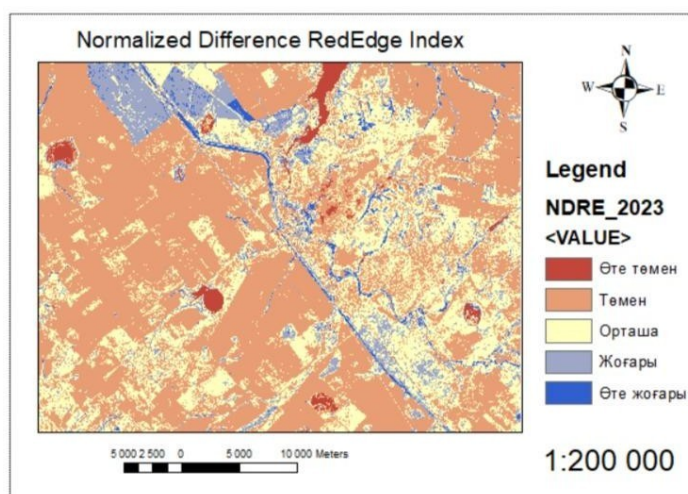
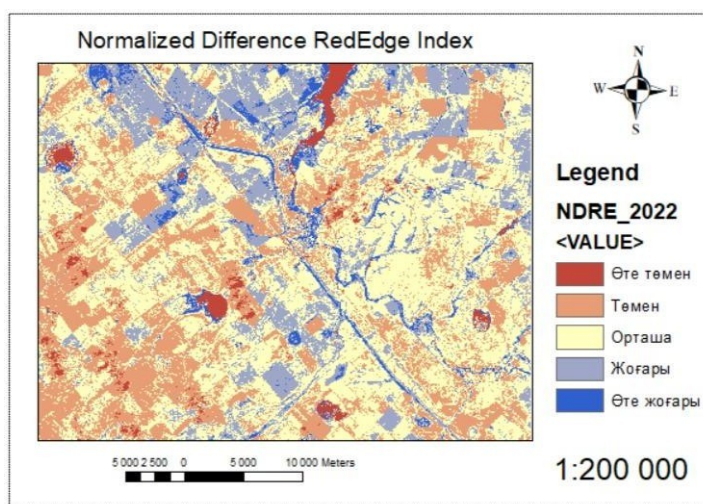
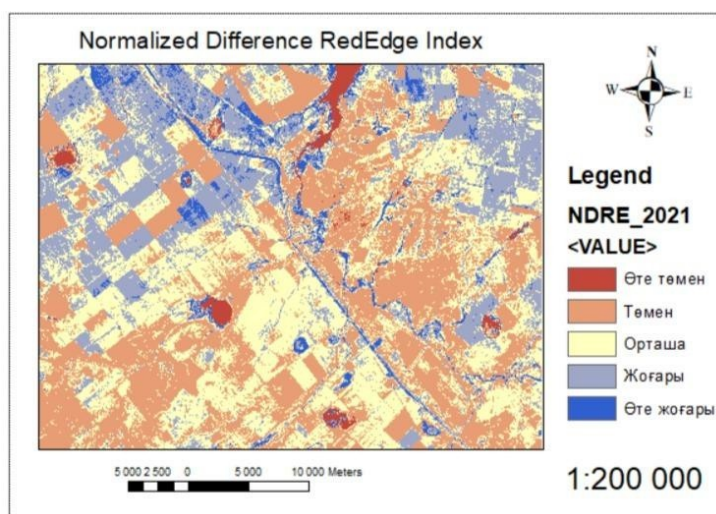


Б. 6 сурет – 2021-2023 жж. NDVI индексін есептеу нәтижесі

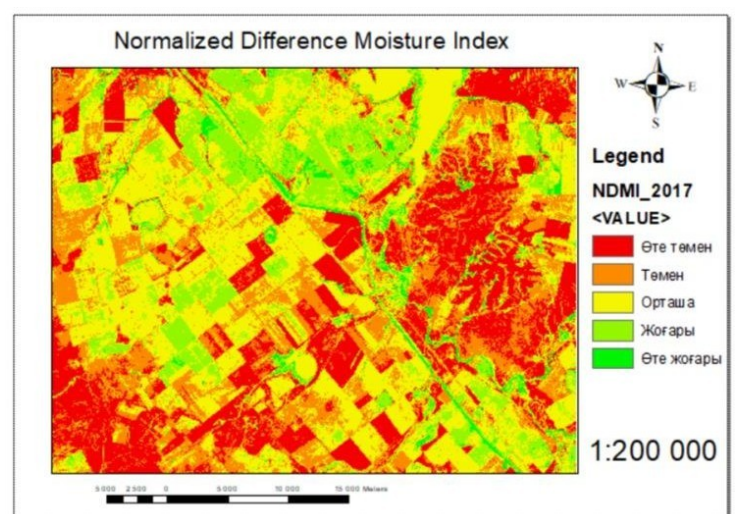
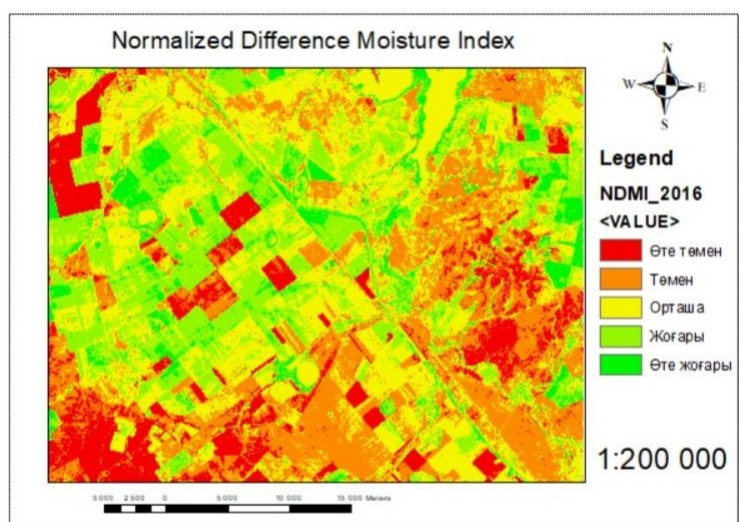
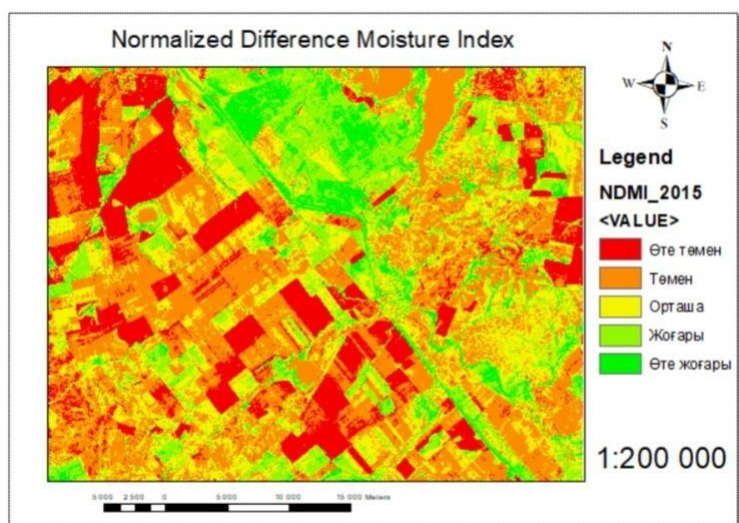
Б қосымшасының жалғасы



Б. 7 сурет – 2018-2020 жж. NDRE индексін есептеу нәтижесі

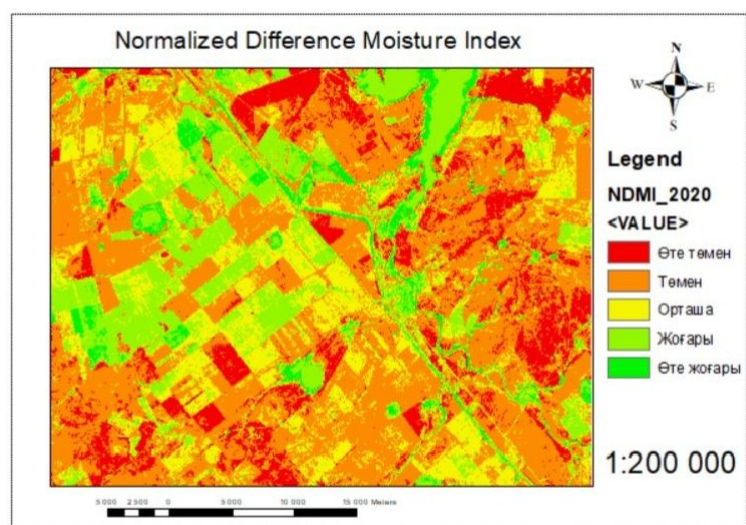
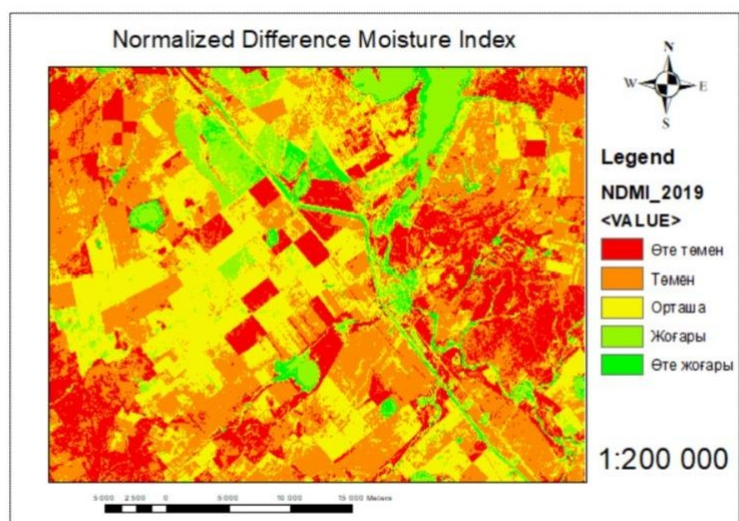
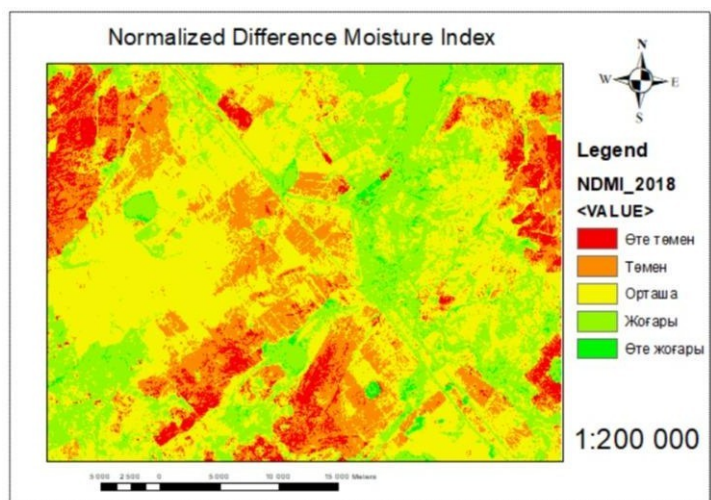


Б. 8 сурет – 2021-2023 жж. NDRE индексін есептеу нәтижесі



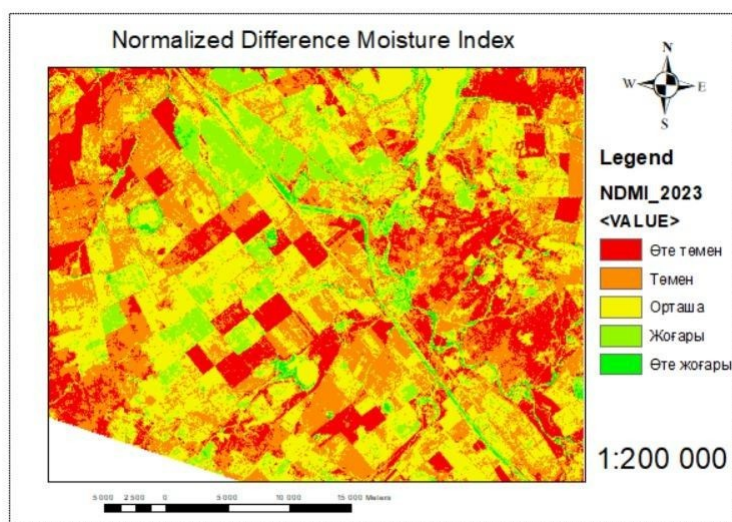
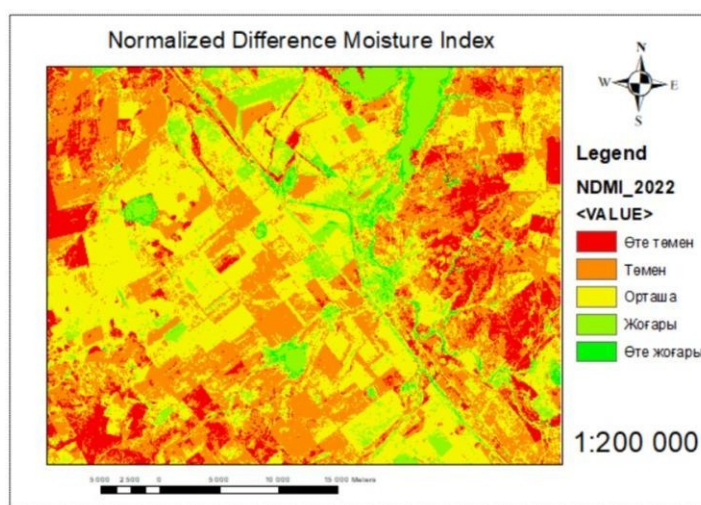
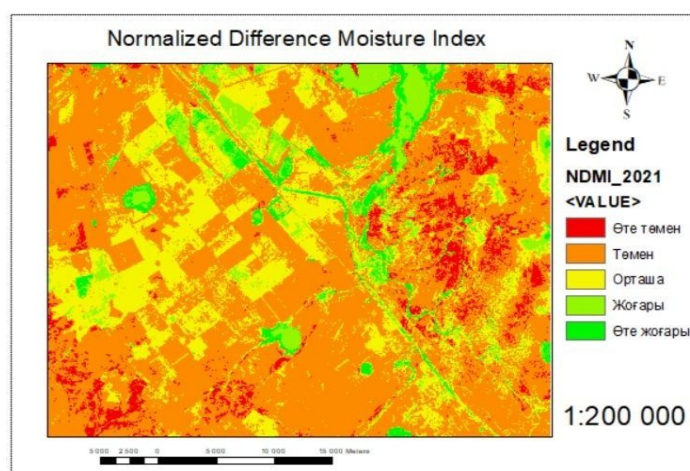
Б. 9 сурет – 2015-2017 жж. NDMI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



Б. 10 сурет – 2018-2020 жж. NDMI индексін есептеу нәтижесі

Б қосымшасының жалғасы



Б. 11 сурет – 2021-2023 жж. NDMI индексін есептеу нәтижесі

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тулегенова Еркежан Ерболовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру» - 2 мүмкіндік

Научный руководитель: Слушаш Абдыгалиева

Коэффициент Подобия 1: 1.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата 28.05.2022

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тулегенова Еркежан Ерболовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру» - 2 мүмкіндік

Научный руководитель: Слушаш Абдыгалиева

Коэффициент Подобия 1: 1.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 28.05.2025



Заведующий кафедрой

**"Қ. И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ" КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ**

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Түлегенова Еркежан Ерболовна

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Тақырыбы: Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану
тиімділігін жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру"

Дипломдық жұмыста Ақмола облысындағы ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлердің қазіргі жай-күйі мен оларды тиімді пайдалану мәселелері жан-жақты қарастырылған. Студент өз жұмысында жер ресурстарын қашықтықтан зондтау (ЖКЗ) технологиялары арқылы бағалау әдістерін және геоакпараттық жүйелерді (ГАЖ) қолдану арқылы вегетациялық индекстермен (NDVI, SAVI, NDRE, NDMI) талдау жасауды сәтті жүзеге асырған.

Түлегенова Е.Е. жұмысты орындау барысында теориялық білімін практикалық міндеттермен ұштастырып, нақты мәліметтер негізінде Аршалы ауданы мысалында тәжірибелік зерттеу жүргізген. Жұмыста геоаналитикалық, картографиялық, статистикалық әдістермен қатар, заманауи ГАЖ технологиялары да белсенді қолданылған. Бұл өз кезегінде ауыл шаруашылық жерлерінің жағдайын бағалау мен басқаруға арналған тиімді тәсілдерді ұсынуға мүмкіндік берген.

Дипломдық жұмыс құрылымы мен мазмұны жағынан қойылған талаптарға толық сай келеді. Материалдардың ғылыми негізділігі, техникалық дәлдігі және ұсынылған шешімдердің практикалық маңыздылығы жоғары бағаланады.

Түлегенова Еркежан Ерболовна зерттеу тапсырмасын өз бетінше орындап, нәтижелерін жүйелеп, өзекті ұсыныстар жасай білді.

Жалпы алғанда, жұмыс жер пайдалануды мониторингтеу саласындағы әрі қарайғы зерттеулер үшін пайдалануға болатын құнды нәтижелер мен терең зерттеулер үшін жоғары бағаға лайық. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, Түлегенова Е.Е. 98% бағаланып, ауыл шаруашылығы бакалавры дәрежесіне лайық деп есептеледі.

Ғылыми жетекші:

ҚазҰТЗУ, МІЖГ кафедрасының

т.ғ.м., аға оқытушы

 Абдығалиева С.С.

«28» 05 2025 ж.

"Қ. И. СӨТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ" КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

РЕЦЕНЗИЯ

дипломдық жұмысқа

Тулегенова Еркежан Ерболовна

6B07304 – «Геокеңістіктік цифрлық инженерия»

Тақырыбы: Ақмола облысының ауылшаруашылық жерлерінің пайдалану тиімділігін жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану арқылы арттыру

Орындалды:

а) слайдтық бөлім 22 парак

б) түсініктеме бөлім 57 бет

Жұмысқа ескерту

Тулегенова Е.Е. ұсынған дипломдық жұмыс қазіргі таңда аса өзекті және ғылыми-практикалық маңызы зор мәселеге – ауылшаруашылық жерлерінің тиімді пайдаланылуын арттыруға арналған. Зерттеу объектісі ретінде Ақмола облысы алынып, оның агроэкологиялық жағдайы, топырақ сапасы мен ауыл шаруашылығына жарамдылығы жан-жақты зерттелген.

Жұмыста заманауи ГАЖ мен қашықтықтан зондтау әдістері орынды қолданылып, нақты практикалық деректермен жұмыс жасалған. Ерекше атап өтетін жайт – 2014–2024 жылдар аралығындағы NDVI, SAVI, NDRE, NDMI индекстерін талдау арқылы Аршалы ауданы бойынша вегетациялық жағдайға баға берілуі. Бұл зерттеу нәтижелерінің шынайылығы мен қолданбалы маңыздылығын арттырады.

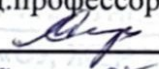
Қорытындылай келе, Тулегенова Еркежан Ерболовна дипломдық жұмысты орындау барысында тақырыпты терең меңгеріп, ауылшаруашылық жерлерін тиімді пайдаланудың ғылыми және практикалық негіздерін жан-жақты зерттей алған. Қашықтықтан зондтау деректерін, ГАЖ – ін орынды қолдана отырып, зерттеу аймағы бойынша нақты әрі сапалы талдаулар жүргізген. Студент өз мамандығына тән құралдар мен әдістерді еркін қолдана алатынын және ғылыми ойлау қабілетінің жоғары деңгейде екенін көрсетті. Жұмыс мазмұны, құрылымы және рәсімделуі қойылған талаптарға толық сәйкес келеді.

Жұмысты бағалау

Тулегенова Е.Е. ұсынған дипломдық жұмыс жоғары деңгейде орындалған, мазмұны мен ғылыми-практикалық құндылығы бойынша 98% бағасына лайық. Жұмыс қорғауға ұсынылады, ал автор «6B07304 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін иеленуге толық негізге ие.

Рецензент:

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу
университеті (ҚазҰАУ) т.ғ.к.,
ассоц.профессор

 Сарыбаев О.А.
«30» 05 2025 ж.